

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Matemaatika ja statistika instituut

Kaisa Saarkoppel
Noorte saarlaste uurimine antropomeetriliste mõõtmete alusel
Matemaatilise statistika eriala
Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja Imbi Traat, PhD

Tartu 2019

Noorte saarlaste uurimine antropomeetriliste mõõtmete alusel

Käesoleva bakalaureusetöö peaeesmärk on uurida noori saarlasi nende antropomeetriliste mõõtmete alusel. Uurimiseks kasutatakse peakomponentide analüüsi, mida kirjeldatakse töö esimeses osas. Töö teises osas antakse ülevaade töös kasutatavast andmestikust, mille kogujaks oli 1932. aastal antropoloog Juhan Aul. Andmestik sisaldab aastatel 1916-1918 sündinud noorte saarlaste antropomeetriliste mõõtmiste tulemusi. Antud töö raames arvutati ja lisati algandmestikule juurde antropomeetrilisi indekseid. Töö kolmandas osas tutvustatakse neid indekseid ja kirjeldatakse noori saarlasi nende abil. Viimases osas teostatakse peakomponentide analüüs andmestiku põhjal. Analüüsi tulemusena kontrollitakse hüpoteesi, kas eri piirkondade saarlased erinevad oma antropoloogiliste mõõtmete osas, ning leitakse üldisemalt, millistesse rühmadesse noored saarlased jagunevad.

Märksõnad: antropomeetrilised indeksid, peakomponentide analüüs

CERCS teaduseriala: statistika, operatsioonanalüüs, programmeerimine, finants- ja kindlustusmatemaatika (P160)

Examination of the Youth from Saaremaa Based on Anthropometric Measures

The main aim of this Bachelor's Thesis is to examine the youth from Saaremaa based on their anthropometric measures. The first part describes principal component analysis. The second part gives an overview of the used dataset, which was collected by anthropologist Aul, Juhan in 1932. The dataset contains the anthropometric measurement results of the youth born in 1916-1918, Saaremaa. In this thesis the anthropometric indices were calculated and added to the dataset. Those indices are introduced in the third section and used to describe the youth. In the last part principal component analysis is applied on the dataset to find out, whether there are any regional differences due to anthropometric measures. It is also examined how the youth can be divided based on the components' scores.

Keywords: *anthropometric indices, principal component analysis*

CERCS research specialisation: statistics, operation research, programming, actuarial mathematics (P160)

Sisukord

Sissejuhatus	4
1 Peakomponentide analüüs	5
2 Andmestik	9
2.1 Algandmed	9
2.2 Üldkirjeldus	11
2.3 Esmane analüüs	12
2.4 Indeksid	14
3 Antropomeetrilised indeksid	15
3.1 Pea indeksid	16
3.2 Tüve indeksid	19
3.3 Jäsemete indeksid	21
4 Peakomponentide analüüs andmetel	24
4.1 Päritolu rühmad	24
4.2 Peakomponentide analüüs indeksite põhjal	26
4.3 Peakomponentide analüüs mõõtmete põhjal	30
Kokkuvõte	34
Kasutatud kirjandus	35
Lisad	36

Sissejuhatus

Antropomeetrilised mõõtmised on keha väliste osade mõõtmised ning keha kaal. Neid mõõtmiseid kui ka nende omavahelisi võrdlusi kasutatakse inimese keha kirjeldamiseks.

Antud bakalaureusetöö analüüsiks vajalik andmestik pärineb aastast 1932, mis sisaldab aastatel 1916-1918 sündinud noorte saarlaste antropomeetriliste mõõtmiste tulemusi. Materjali kogujaks oli antropoloog Juhan Aul. Andmed digitaliseeris ja täiendas oma bakalaureusetöö „Logistilise ja aditiivse logistilise mudeli võrdlus saarlaste antropoloogiliste mõõtmiste näitel“ jaoks Gorbova (2018).

Käesoleva bakalaureusetöö peaeesmärk on uurida noori saarlasi nende antropomeetriliste mõõtmiste alusel. Esimeseks eesmärgiks on arvutada antropomeetrias tuntud indeksid, mis on tähtsad võrdlemiseks ning üldpildi saamiseks, ning kirjeldada noori saarlasi nende abil. Mõnede indeksite puhul on Auli ankeetides olemas väljad, mis on osaliselt täidetud, kuid digitaliseerimata.

Aul on täheldanud lokaalsete erinevuste märkamist üksikute kihelkondade inimtüüpide vahel (Mikelsaar, 1997, viidatud Javoið, 2008 järgi). Kuna 20. sajandil olid eestlased pigem paiksed, siis teiseks soovitakse kontrollida hüpoteesi, kas eri piirkondade saarlased erinevad oma antropoloogiliste mõõtmiste osas. Soovitakse ka kirjeldada üldisemalt, millistesse rühmadesse noored saarlased jagunevad. Uurimiseks kasutatakse peakomponentide analüüsi.

Töö on kirjutatud keskkonnas *TeXstudio* kasutades tarkvara *MikTeX* tekstikujundussüsteemi *LaTeX*. Joonised ja analüüs on läbi viidud statistikatarkvaraga *R* kasutajaliidese *RStudio* abil.

Töö autor tänab juhendajat Imbi Traati toetuse, nõuannete ja pühendatud aja eest.

1 Peakomponentide analüüs

Antud peatükis on kirjeldatud peakomponentide analüüsi ($PCA = Principal\ component\ analysis$) - selle kasutamise põhjust, eesmärki ja tulemust teoreetilise osa põhjal. Peatüki koostamisel on kasutatud 10. peatükki teosest „*An Introduction to Statistical Learning*“ (James jt, 2017).

Peakomponentide analüüs liigitub niinimetatud juhendajata õppe (*unsupervised learning*) alla, kus analüüs teostatakse kõigi olemasolevate tunnustega ilma uuritavat tunnust eristamata. Juhendajaga õppe (*supervised learning*) korral on olemas nii kirjeldavad tunnused kui ka uuritav tunnus ja saab kontrollida modelleeritud mudeli headust, see tähendab, kui hästi mudel ennustab uuritava tunnuse väärtusi. Juhendajata meetodi korral ei saa tulemust kontrollida, sest ei teata õiget vastust – probleem on juhendamatu. Juhendajata õpe leiab laialdast kasutust suurte andmehulkade korral struktuuri ehk mustrite leidmisel, näiteks turunduses, finantsvaldkonnas pakkumiste tegemisel, piltide tihendamises, antropoloogias.

Peakomponentide analüüs võimaldab korreleeritud andmekogu kirjeldada väheste uute tunnuste kaudu, mis on võimalikult suure hajuvusega, et kirjeldada ära suur osa algsete tunnuste koguhajuvusest. Teisiti öeldes on eesmärk leida uued tunnused dispersioonidega, mis summeeritult katavad ära võimalikult suure osa algsete tunnuste kogudispersioonist. Analüüsi tulemusena toimub dimensiooni alandamine, mistõttu kasutatakse seda analüüsi ka andmete visualiseerimiseks.

Olgu meil n vaatlust ja p arvulist tunnust X_1, X_2, \dots, X_p . Seega on iga vaatlusobjekt p -mõõtmelises ruumis. Eesmärk on kirjeldada objekte madaladimensionaalses ruumis, mis kirjeldab ära võimalikult palju informatsiooni andmestiku kohta. Huvipakkuv mõõde ehk uute tunnuste arv valitakse teatud kriteeriumide alusel. Iga peakomponentide analüüsi korral leitud uus tunnus on kirjeldatav p esialgse tunnuse lineaarkombinatsioonina. Uusi tunnuseid nimetatakse **peakomponentideks**.

Esimene peakomponent on tunnuste X_1, X_2, \dots, X_p suurima dispersiooniga normeeritud lineaarkombinatsioon, kus kordajad $\phi_{11}, \phi_{21}, \dots, \phi_{p1}$ on esimese **peakomponendi kaalud** (*loadings*),

$$Z_1 = \phi_{11}X_1 + \phi_{21}X_2 + \dots + \phi_{p1}X_p.$$

Kaalude väärtuseid kitsendatakse nii, et nende ruutude summa oleks võrdne ühega

$$\sum_{j=1}^p \phi_{j1}^2 = 1. \quad (1)$$

Olgu meil andmematriks \mathbf{X} mõõtmega $n \times p$ ja elementidega x_{ij} , kus $i = 1, \dots, n$ ja $j = 1, \dots, p$. Kuna oleme huvitatud ainult dispersioonist, eeldame, et matriksi \mathbf{X} veergude keskmised on võrdsed nulliga ehk kehtib

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 0, \quad j = 1, \dots, p. \quad (2)$$

Soovime moodustada lineaarkombinatsiooni andmetest

$$z_{i1} = \phi_{11}x_{i1} + \phi_{21}x_{i2} + \dots + \phi_{p1}x_{ip}, \quad (3)$$

millel on suurim valimidispersioon tingimusel, et kehtiks (1). Seega leiame esimese peakomponendi kaaluvektori optimeerimise ülesandest

$$\max_{\phi_{11}, \dots, \phi_{p1}} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{j1}x_{ij} \right)^2 \right\} \quad \text{tingimusel} \quad \sum_{j=1}^p \phi_{j1}^2 = 1, \quad (4)$$

kus võrduse (3) tõttu

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{j1}x_{ij} \right)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_{i1}^2.$$

Kuna kehtib (2), siis ka

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_{i1} = 0.$$

Meie maksimeeritav väärtus on väärtuste z_{i1} , kus $i = 1, \dots, n$, valimi dispersioon. Väärtusi $z_{11}, z_{21}, \dots, z_{n1}$ nimetatakse esimese peakomponendi **skoorideks**. Maksimeerimise probleem on lahendatav esialgsete tunnuste X_1, X_2, \dots, X_p kovariatsiooni- või korrelatsioonimatriksi omaväärtusülesande kaudu.

Geomeetrilises mõttes kirjeldab kaaluvektor $\phi_1 = (\phi_{11} \ \phi_{21} \ \dots \ \phi_{p1})^T$ suunda p -dimensionaalses ruumis, kus andmed varieeruvad kõige rohkem. Kui projekteerime n andmepunkti x_1, x_2, \dots, x_n sellele suunale, siis need projekteeritud väärtused on peakomponendi skoorid $z_{11}, z_{21}, \dots, z_{n1}$.

Pärast esimese peakomponendi Z_1 määramist leiame tunnuste jaoks teise peakomponendi Z_2 . Teine peakomponent on väärtuste X_1, X_2, \dots, X_p lineaarkombinatsioon, mis on mittekorreleeritud esimese peakomponendiga Z_1 ja millel on maksimaalne võimalik dispersioon.

Teise peakomponendi skoorid $z_{12}, z_{22}, \dots, z_{n2}$ on kujul

$$z_{i2} = \phi_{12}x_{i1} + \phi_{22}x_{i2} + \dots + \phi_{p2}x_{ip}, \quad i = 1, \dots, n,$$

kus $\phi_2 = (\phi_{12} \ \phi_{22} \ \dots \ \phi_{p2})^T$ on teise peakomponendi kaaluvektor.

Tingimus, et Z_2 oleks mittekorreleeritud esimese peakomponendiga Z_1 , on samaväärne tingimusega, et suund ϕ_2 oleks ortogonaalne suunaga ϕ_1 .

Kasutame ϕ_2 leidmiseks samamoodi maksimeerimist nagu ϕ_1 korral (4):

$$\max_{\phi_{12}, \dots, \phi_{p2}} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{j2}x_{ij} \right)^2 \right\} \quad \text{tingimusel, et } \sum_{j=1}^p \phi_{j2}^2 = 1 \text{ ja } \langle \phi_1, \phi_2 \rangle = 0.$$

Kui oleme peakomponendid leidnud, saame need üksteise suhtes graafikule kanda, et visualiseerida andmeid madaladimensionaalses ruumis (saame visandada Z_1 skoorid vastu Z_2 skoorid, Z_1 vastu Z_3 ja nii edasi).

Peakomponendi eesmärk on kirjeldada võimalikult palju andmetest. Andmete kirjeldavuse mõõtmiseks leitakse iga peakomponendi jaoks kogudispersiooni kirjeldavuse osakaal (PVE = *proportion of variance explained*). Eeldades, et tunnused on keskväärtusega 0, esitub andmete kogudispersioon summana

$$\sum_{j=1}^p D(X_j) = \sum_{j=1}^p \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}^2.$$

Peakomponendi m dispersioon on

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_{im}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{jm}x_{ij} \right)^2.$$

Seega peakomponendi m PVE on kujul

$$\text{PVE}(m) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{jm}x_{ij} \right)^2}{\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ij}^2}.$$

Peakomponentide arvu määramisel pole ühest objektiivset reeglit. Nende arv võib sõltuvalt andmetest olla väga erinev. Tavaliselt kasutatakse arvu määramisel

scree-graafikut, kus x -teljel on peakomponendi järjenumber ning y -teljel PVE. Visuaalselt määratakse ära mõistlik peakomponentide arv vaadeldes kahe järjestikuse komponendi PVE erinevust. On näha, et esimeste peakomponentide PVE-d vähenevad suurema sammuga ja seejärel on muutus väiksem. Peakomponentide arvu määravadki esimesed suurema sammuga vähenevad peakomponendid. Samuti jälgitakse peakomponentide poolt andmete kirjeldavuse protsenti, mis on hea tava kohaselt kokku vähemalt 60%.

2 Andmestik

Käesolevas peatükis on toodud ülevaade andmestikust, mis on kasutatud peakomponentide analüüsiks. Peatükk koosneb algandmete kirjeldamisest - nende kogumisest ja sisust, eelanalüüsist - mõnede tunnuste eemaldamisest ning algandmestiku täiendamisest.

Antud bakalaureusetöös kasutatav andmestik on täiendus algandmestikust, mille kogus 1932. aastal antropoloog Juhan Aul. Andmed digitaliseeris ja täiendas Jelena Gorbova. Antud töö autor täiendas andmeid omakorda uute tunnustega, millest suure osa moodustasid antropoloogilised indeksid. Alapeatüki 2.1 koostamisel kasutatakse osaliselt Gorbova bakalaureusetööd (Gorbova, 2018: 14-16, 28-29) ja teisi allikaid, millele on viidatud.

2.1 Algandmed

Juhan Aul on eesti antropoloogia rajaja. Aastal 1930 võttis Aul eesmärgiks koguda Saaremaa laste antropoloogilisi andmeid. Sellele eelnes antropoloogiline kirjeldus Sõrve poolsaarel 1927-1929. aastal. Huvi kogu Saaremaa mõõtmise vastu tekkis juba Sõrve uurimise ajal, kui Saaremaal matkates jäid Aulile silma lokaalsed erinevused üksikute kihelkondade inimtüüpides. Sellel ajal olid eestlased pigem paiksed ning veel suuremaks ajendiks sai maailmasõjaaegsete vene väeosade tõttu tekkinud tavatu olukord, kus ligi pooled lapsed Saaremaal olid vene päritolu. Esimese maailmasõja aastatel (1916-1918) oli vallaste osakaal järsult tõusnud. (Mikelsaar, 1997, viidatud Javoið, 2008 järgi)

Aul teostas 1932. aasta kevadel antropomeetrilisi mõõtmisi noortel, kes olid sündinud aastatel 1916-1918 (1932. aastaks 13-16-aastased). Kokku osales uurimuses 411 last. Ankeedilehel (lisa 1) olid väljad lapse isikuandmete, perekonna ja elukoha kohta: nimi, lisaks ema või isa eesnimi, rahvus, vanemate rahvus, vanus, vanemate ja lapse päritolu, vanemate elukutse, mitmes laps peres on uurimuses osaleja, õdede ja vendade arv ning vanemate vanused; värvuse tunnused: silmade ja juuste värvus; ning antropomeetrilised mõõtmised millimeetrites: pea pikkus ja laius, lauba laius, näo laius, lõua laius, pea kõrvakõrgus, pea üldkõrgus, füsiognoomiline ja morfoloogiline näokõrgus, nina kõrgus ja nina laius, üldpikkus, siruulatus, õlakõrgus, sõrmekõrgus, suprasternaalkõrgus

(rinnakukõrgus), sümfüüsikõrgus (süleliidusekõrgus), iliospinaal (lad. *iliospinale*), istepikkus, õlalaius, rinnalaius ja -sügavus, puusalaius, niudelaius, pea, rinna, talje, õlavarre, käsivarre, reie ümbermõõt, sääre pikkus, kurgu pikkus, raskus (grammides), käe, jala, kere pikkus (lisa 2).

Lisaks oli ankeedile märgitud ka väljad mitmete antropomeetriliste indeksite arvutamiseks: pea laius pea pikkusest (pea pikkus-laiuseindeks), pea kõrvakõrgus pea laiusest, pea kõrvakõrgus pea pikkusest, lauba laius pea laiusest (frontoparietaalindeks), morfoloogilise näo kõrgus näo üldlaiusest (morfoloogiline näo indeks), lõua laius näo laiusest (jugomandibulaarindeks), lauba laius näo laiusest (jugofrontaalindeks), nina laius nina kõrgusest (ninaindeks) ning mitmed mõõtmed üldpikkusest: istepikkus (kormuseindeks), siruulatus, õlalaius, käe ja jala pikkus. Indeksid olid ankeetidel osaliselt käsitsi välja arvutatud.

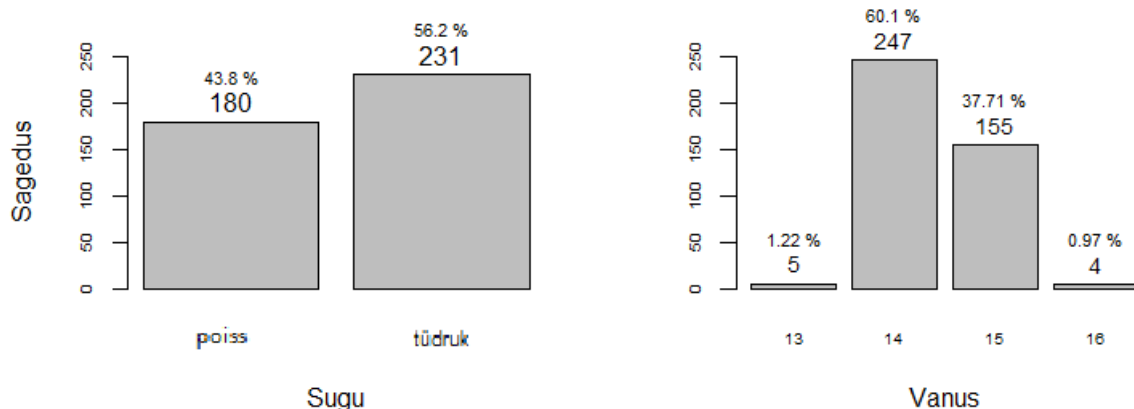
Juhan Aul on oma antropoloogia-alastes töödes viidanud Rudolf Martini üldtuntud eeskirjadele, mille põhjal ka Aul mõõtmisi teostas ning mõõtmiseks vajaliku tehnika valis. Ka on ta oma uurimustööde tulemusi võrrelnud Martini omadega (Aul, 1964; Aul, 1982).

Auli töödest selgub, et kere, ülajäseme, alajäseme ja tüve pikkused on leitud arvutuslikul teel, neid polevat võimalik mõõta. Kere pikkus on sümfüüsi- (süleliiduse-) ja suprasternaalkõrguse (rinnakukõrguse) vahe ning ülajäseme pikkus on õla- ja sõrmekõrguse vahe. Alajäseme pikkuse leidmiseks on kasutatud Jatsuta (Jazuta)-meetodit, mis tähendab sümfüüsi- (süleliiduse-) ja iliospinaalkõrguse keskmise leidmist. Tüve pikkus on üldpikkuse ja alajäsemepikkuse vahe. (Aul, 1964: 4; Aul, 1977: 10)

Jelena Gorbova poolt digitaliseeritud andmestik sisaldab 411 lapse kohta 55 tunnust, milles sisaldub lisaks ankeedis toodule (lapse isikuandmed, pere- ja elukoha info, antropomeetrilised mõõtmed) ka *id* (1-411) ning Gorbova moodustatud tunnused *Vallaslaps* ja *Puhtsaarlane*. Tunnus *Vallaslaps* sai väärtuseks „ei“, kui ankeeti oli lisatud lapse nime kõrvale märke isa kohta, ning väärtuseks „jah“, kui ankeedis oli märke ainult ema kohta. Tunnus sai väärtuseks „ei ole teada“, kui polnud märgitud infot ei ema ega isa kohta. Puhtsaarlaseks kategoriseeris Gorbova lapsi, kelle mõlemad vanemad oli eestlased. Osaliselt välja arvutatud indeksite väärtusi Gorbova andmestikule ei lisanud.

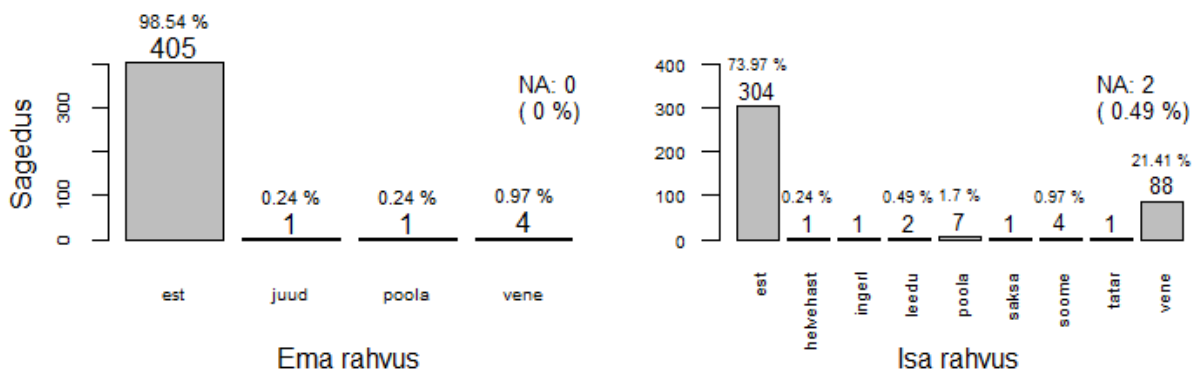
2.2 Üldkirjeldus

Andmestik sisaldab 411 noore (13-16-aastase) saarlase andmeid, kus joonise 1 põhjal on mõõdetutest tüdrukuid 231 (56,2%) ning poisse 180 (43,8%). Valimisse valiti noored, kelle sünniaastad olid 1916-1918, kuid ankeetidesse märgiti ainult nende vanus. Sellest tingituna on ka äärmiste vanuste (13 ja 16) osakaal väike (vastavalt 1,22% ja 0,97%) ning enamuse moodustavad need, kes olid 1932. aasta mõõtmiste ajal 14-(60,1%) ja 15-aastased (37,71%).



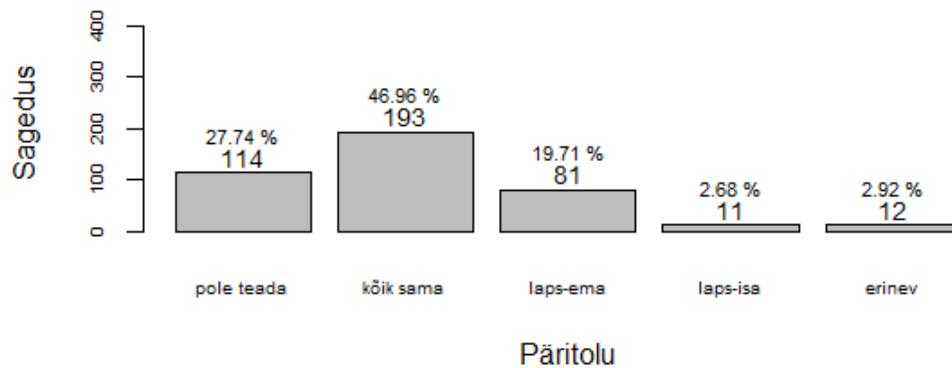
Joonis 1. Soo ja vanuse jaotus.

Jooniselt 2 on näha, et põhiliselt on noorte emad rahvuselt eestlased (98,54%), kuid nende seas on ka juudi (0,24%), poola (0,24%) ja vene rahvusest (0,97%) emasid. Enamik isadest on samamoodi eestlased (73,97%), kuid üle viiendiku (21,41%) leidub ka vene rahvuse esindajaid. Ülejäänud isade seast leiab helveetslase, (0,24%), ingerlase (0,24%), leedulasi (0,49%), poolakaid (1,7%), sakslase (0,24%), soomlasi (0,97%) ja tatarlase (0,24%). Kahel juhul (0,49%) pole isa rahvus teada.



Joonis 2. Ema ja isa rahvuse jaotus.

Lapse päritolu samasust vanemate päritoluga illustreerib joonis 3. Ligi pooled noored (46,96%) on oma mõlema vanemaga samast piirkonnast pärit. Pea viiendik (19,71%) jagab ainult emaga sama päritolu piirkonda, vähem (2,68%) ainult isaga. On teada, et vähemalt 12 noort 411-st (2,92%) pole vanemate sünnikodu lähedalt pärit. Üle veerandi noorte vanemate päritolu pole teada või vähemalt ühel vanematest on see erinev.



Joonis 3. Lapse päritolu vastavus vanemate päritoluga. Graafikul on toodud sagedused ja osakaalud grupiti, kus „pole teada“ korral on ema või isa päritolu puudu või erinev lapse päritolust, „kõik sama“ korral on lapse kui ka mõlemate vanemate päritolu sama, „laps-ema“ ja „laps-isa“, kui lapsega on sama päritolu ainult üks vanem vastavalt ema või isa, ning „erinev“, kui on teada, et lapse päritolu erineb vanemate päritolust.

2.3 Esmane analüüs

Eesmärk on leida, kas olemasolevate antropomeetriliste mõõtmete alusel saab jagada noored saarlased gruppidesse.

Saarlaste rühmitamiseks pakuvad huvi eelkõige perekonnaga seotud tunnused ning antropomeetrilised tunnused. Värvuse tunnused ei paku huvi ning seetõttu jäetakse esmasest analüüsist välja silmade ja juuste värvust kirjeldavad tunnused: juuste värv, juuste toon, iirise värv, iirise intensiivsus, iirise toon.

Järele jäänud saarlaste andmestikus on 411 kirjel 52 tunnusest mitmed väärtused puudu (tabel 1). Seetõttu jäetakse edasisest analüüsist välja tunnused: nina laius (<0,01% olemas), nina kõrgus (0,24% olemas), peaümbermõõt (3,41%), käsivarre pikkus (4,14%), õlavarre pikkus (4,62%), sääre pikkus (5,11%), kurgu pikkus (5,60%), raskus (19,46%), vanus isa (32,36%), siruulatus (43,8%) ja vanus ema (45,74%). Analüüsi jätkatakse 411 kirje ja 41 tunnusega.

Tabel 1. Tunnused, olemasolevate väärtuste protsentuaalne osakaal, seotud indeksid

nr	Tunnus	Olemas (%)	Seotud indeks
1	nina laius	< 0,01	ninaindeks
2	nina kõrgus	0,24	ninaindeks
3	peaümbermõõt	3,41	
4	käsivarre pikkus	4,14	
5	õlavarre pikkus	4,62	
6	sääre pikkus	5,11	
7	kurgu pikkus	5,6	
8	raskus	19,46	Rohreri indeks, Quetelet' indeks, Pignet' indeks, keha pind, kehakaalu korrelatsioon
9	vanus isa	32,36	-
10	siruulatus	43,8	
11	vanus ema	45,74	-
12	päritolu isa	55,72	-
13	niudelaius	62,29	
14	rinnasügavus	65,69	torakaalindeks
15	rinna laius	65,94	torakaalindeks
16	reieümbermõõt	68,13	
17	päritolu ema	73,24	-
18	taljeümbermõõt	81,51	Bunaki proportsioon
19	mitmes	89,78	-
20	õed	90,27	-
21	vennad	91,24	-
22	puusalaius	91,97	akromiokristaalindeks, puusalaiusekorrelatsioon
23	kere pikkus	92,46	Bunaki proportsioon
24	suprasternaalkõrgus	92,7	kere pikkus: Bunaki proportsioon
25	stümfüüsikõrgus	92,7	jala pikkus: intermembraalindeks, Bunaki proportsioon; kere pikkus: Bunaki proportsioon
26	rinnaümbermõõt	93,19	Pignet' indeks, rindkereümbermõõdu korrelatsioon
27	vallaslaps	93,67	-
28	istepikkus	97,57	kormuseindeks
29	käe pikkus	97,57	intermembraalindeks, ülajäsemepikkuse korrelatsioon
30	jala pikkus	97,81	intermembraalindeks, Bunaki proportsioon
31	elukutse vanematel	98,05	-
32	iliospinale	98,3	jala pikkus: intermembraalindeks, Bunaki proportsioon
33	õlakõrgus	98,54	käe pikkus: intermembraalindeks, ülajäsemepikkuse korrelatsioon
34	sõrmekõrgus	98,54	käe pikkus: intermembraalindeks, ülajäseme pikkuse korrelatsioon
35	päritolu	99,03	-
36	rahvus isa	99,51	-
37	lauba laius	99,51	frontoparietaalindeks, jugofrontaalindeks
38	lõua laius	99,51	jugomandibulaarindeks
39	üldpikkus	99,51	Rohreri indeks, Quetelet' indeks, Pignet' indeks, keha pind, kormuseindeks, korrelatsioonid
40	õlalaius	99,51	akromiokristaalindeks, õlalaiuse korrelatsioon
41	näo laius	99,76	morfoloogiline näoindeks, jugofrontaalindeks, jugomandibulaarindeks
42	füsiognoomiline näokõrgus	99,76	
43	id	100	-
44	sugu	100	-
45	rahvus ema	100	-
46	puhtsaarlane	100	-
47	vanus	100	-
48	pea pikkus	100	pea pikkus-laiuseindeks, pea pikkuse-kõrguseindeks, pea kõrvakõrguse ja pea pikkuse indeks
49	pea laius	100	pea pikkus-laiuseindeks, pea laiuse-kõrguseindeks, frontoparietaalindeks, pea kõrvakõrguse ja pea laiuse indeks
50	pea kõrvakõrgus	100	pea kõrvakõrguse ja pea pikkuse indeks, pea kõrvakõrguse ja pea laiuse indeks
51	pea üldkõrgus	100	pea laiuse-kõrguseindeks, pea pikkuse-kõrguseindeks
52	morfoloogiline näokõrgus	100	morfoloogiline näoindeks

2.4 Indeksid

Alapeatükis 2.1 on välja toodud, et Aul on lisanud ankeetidele lisaks kirjeldavatele andmetele ja mõõtmetele ka väljad erinevate indeksite arvutamiseks, mis olid ankeetides osaliselt täidetud ning mida ei digitaliseeritud. Aul on oma antropoloogia-alastes uurimustes neid indekseid ja mitmeid suhteid lisaks mõõtmetele ka analüüsinud. Indeksid on Aulil protsendilised väärtused (mõõtmete suhted on korrutatud 100%-ga) ning suhteid nimetab ta korrelatsioonideks. Põhilisemad indeksid (protsentides) ja Auli korrelatsioonid:

- keha üldindeksid (keha pikkuse ja kaalu indeksid): Rohreri indeks, Buffon-Rohreri indeks (keha täidluseindeks), Quetelet' indeks (kehaehitusindeks), keha pind;
- pea ja näo indeksid: pea pikkus-laiuseindeks, pea laiuse-kõrguseindeks, pea pikkuse-kõrguseindeks, morfoloogiline näoindeks, ninaindeks, transversaalne frontoparietaalindeks (lauba-kiiruindeks), pea kõrvakõrgus pea laiusest, pea kõrvakõrgus pea pikkusest, jugomandibulaarindeks, jugofrontaalindeks;
- tüve indeksid: kormuseindeks, torakaalindeks, akromiokristaalindeks, Pignet' indeks;
- jäsemete indeks: intermembraalindeks;
- korrelatsioonid: kehamõõdud: keha kaal, istepikkus, õlalaius, rindekere ümbermõõt, puusalaius, ülajäseme pikkus; üldpikkusest. (Aul, 1964; Aul, 1977; Aul, 1982)

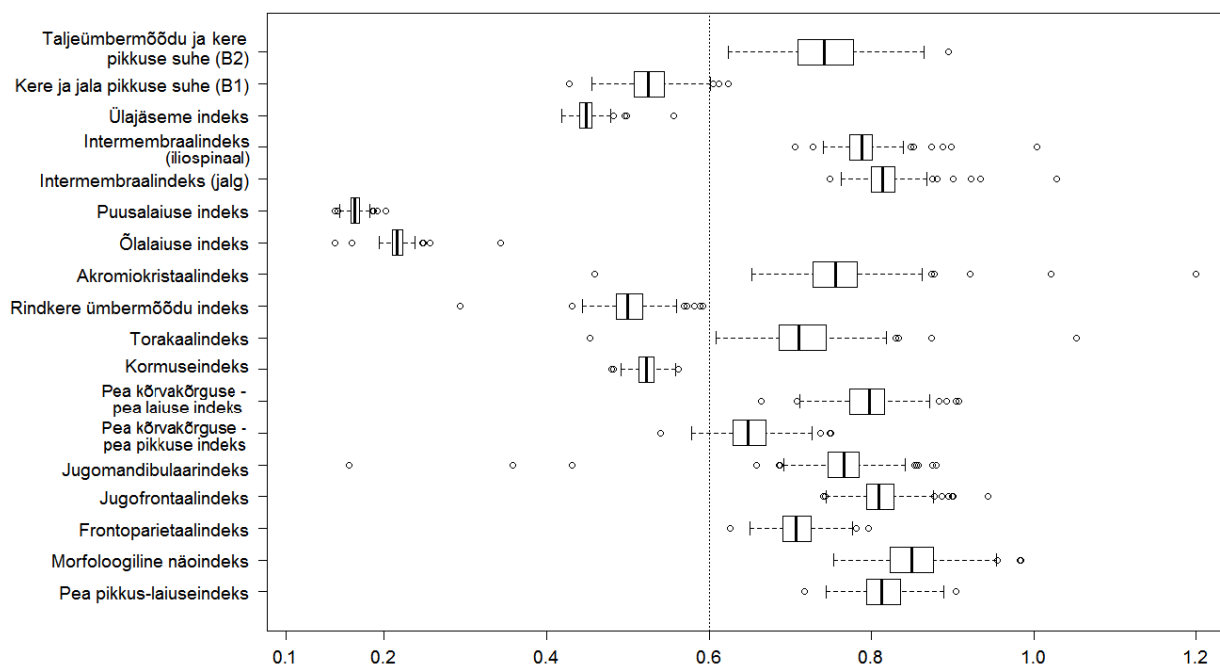
Antud bakalaureusetöö jaoks arvutatakse ja lisatakse ka ülaltoodud indeksitest tulenevalt andmestikule juurde huvipakkuvad indeksid (protsentideks teisendamata). Andmestikule jäävad juurde lisamata indeksid, mis on esmasest analüüsist välja jäävate tunnustega (ninalaius ja -kõrgus, raskus) seotud: nina-, Rohreri, Buffon-Rohreri, Quetelet' ja Pignet' indeks, keha pind, kehakaalu korrelatsioon.

3 Antropomeetrilised indeksid

Eelmises peatükis kirjeldatud analüüsi tulemusena täiendatakse algandmestikku mitmete antropomeetriliste indeksitega, mida antud peatüki alapeatükkides täpsemalt kirjeldatakse. Antud peatüki jaoks on peamiselt kasutatud Juhan Auli teost „Eesti kooliõpilaste antropoloogia“ (1982) ja lisaks ka teisi allikaid.

Juurde lisatakse 18 indeksit: pea pikkus-laiuseindeks, morfoloogiline näoindeks, frontoparietaalindeks, jugofrontaalindeks, jugomandibulaarindeks, pea kõrvakõrguse - pea pikkuse indeks, pea kõrvakõrguse - pea laiuse indeks, kormuseindeks, torakaalindeks, rindkere ümbermõõdu indeks, akromiokristaalindeks, õlalaiuse indeks, puusalaiuse indeks, intermembraalindeks (jalg), intermembraalindeks (iliospinaal), ülajäseme indeks, kere ja jala pikkuse suhe (B1), taljeümbermõõdu ja kere pikkuse suhe (B2). Esimesed indeksid on tuletatud Auli indeksitest ja viimased kaks (vastavalt B1 ja B2) on tuletatud professor Bunaki indeksist.

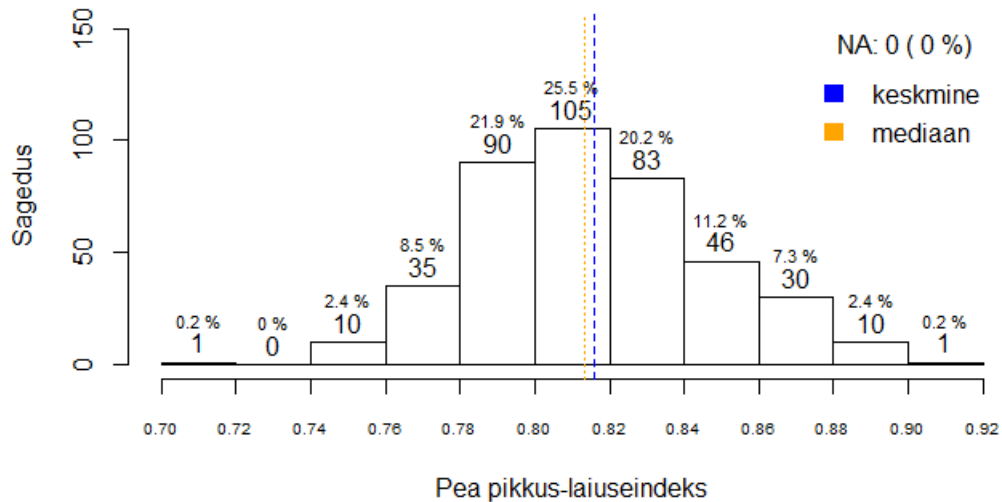
Jooniselt 4 on näha, et need indeksid on erinevate ulatustega jäädes vahemikku 0,1 – 1,2.



Joonis 4. Antropomeetriliste indeksite jaotused.

3.1 Pea indeksid

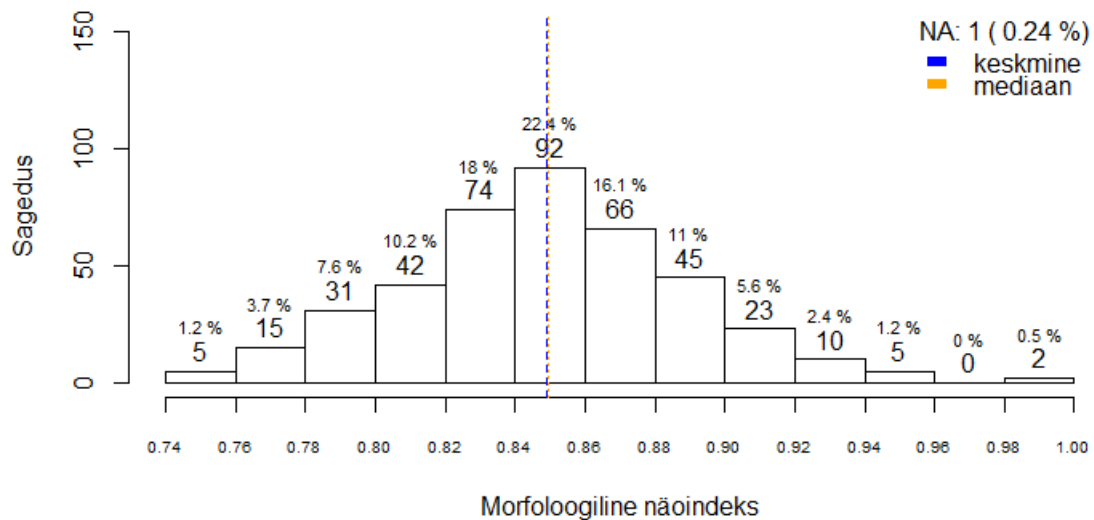
Pea pikkus-laiuseindeks: $\frac{\text{pea laius}}{\text{pea pikkus}}$. Indeks annab ülevaate pea horisontaalläbilõike kujust. Mida väiksem indeks, seda piklikum peakuju. Kui indeks on üle 80%, siis öeldakse selle kohta „lühike pea“. (Aul, 1982: 87)



Joonis 5. Pea pikkus-laiuseindeks

Noorte saarlaste pea pikkus-laiuseindeks (joonis 5) näitab, et eelkõige on noortel lühikesed pead, kuna nii keskmine kui ka mediaan jäävad vahemikku 0,81 – 0,82.

Morfoloogiline näoindeks: $\frac{\text{morfoloogiline näo kõrgus}}{\text{näo laius}}$. Sellega saab hinnata näo kuju. Mida suurem indeks, seda kitsamate näojoontega. (Aul, 1982: 93-94)



Joonis 6. Morfoloogiline näoindeks.

Morfoloogilise näoindeksi histogrammilt (joonis 6) on näha, et noorte saarlaste morfoloogiline näoindeks jääb vahemikku 0,74 - 1 ning keskmine ja mediaan jäävad vahemikku 0,84 - 0,86. Selle põhjal võib öelda, et noored saarlased on pigem kitsamapoolsete näojoontega. Kui indeks oleks suurem kui üks, saaks rääkida laiematest näojoontest.

Frontoparietaalindeks (lauba-kiiruindeks): $\frac{\text{lauba laius}}{\text{pea laius}}$. Indeks näitab lauba laiuse suurust pea laiuse suhtes. (Aul, 1977: 69)

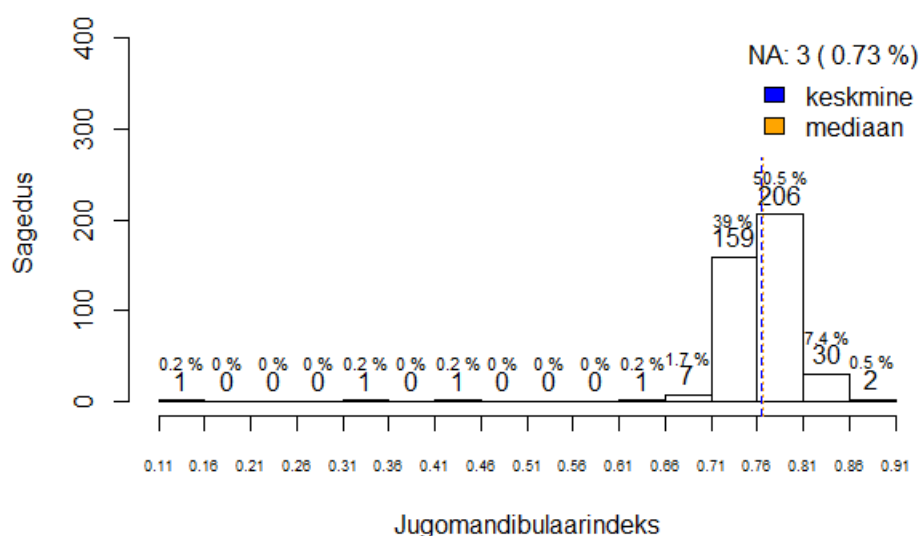
Noorte saarlaste lauba laius moodustab keskmiselt 70% pea kogulaiusest (lisa 3, joonis 30). Frontoparietaalindeks jääb vahemikku 0,61 – 0,81, mis näitab, et noorte saarlaste näod ei erine märkimisväärselt lauba laiuse tõttu.

Jugofrontaalindeks: $\frac{\text{lauba laius}}{\text{näo laius}}$. Indeks näitab lauba laiuse suurust näo laiuse suhtes.

Tulemused on sarnased frontoparietaalindeksiga (lisa 3, joonis 31). Erinevus on indeksite vahemikus, mis on jugofrontaalindeksi korral suurem jäädes 0,73 - 0,95 vahele, kuna näo laius on pea laiusest väiksem. Nagu frontoparietaalindeksi korral pole ka jugofrontaalindeksi korral midagi märkimisväärselt täheldada.

Jugomandibulaarindeks: $\frac{\text{lõua laius}}{\text{näo laius}}$. Indeksiga saab hinnata lõua kuju. (Aul, 1977: 76)

Histogrammilt (joonis 7) on näha, et noorte saarlaste seas leidub üksikuid kitsa teravatipulise väljaulatuva lõuaga noori. Enamik jugomandibulaarindekseid jääb vahemikku 0,71 - 0,81, keskmiselt moodustab lõua laius kolmveerand kogu näo laiusest.



Joonis 7. Jugomandibulaarindeks.

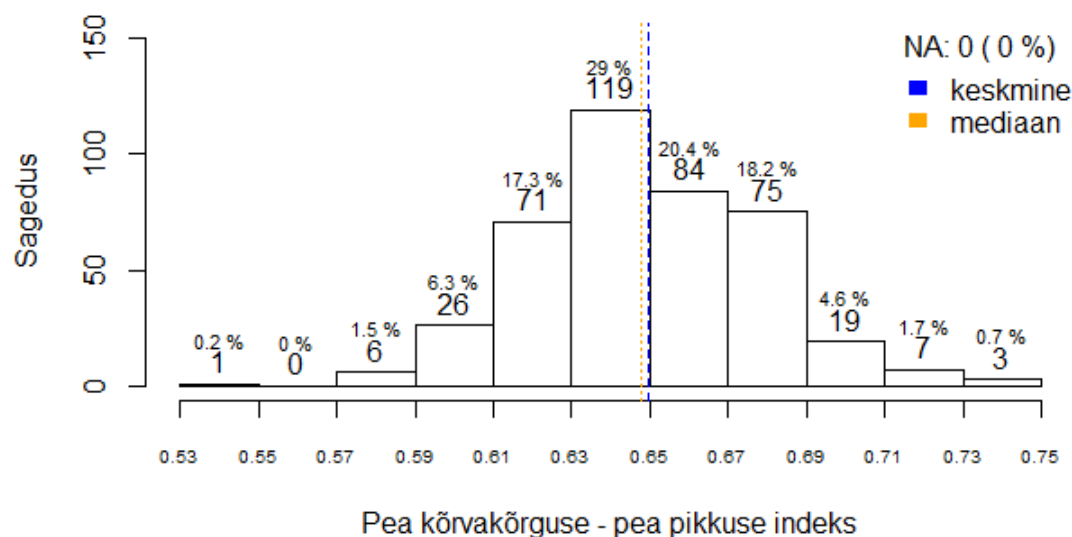
Pea kõrvakõrgus on oluline hindamaks ajukolju mahtu ja pea üldkuju. Aul on oma varasemates töödes hinnanud pea suurust liites kokku pea pikkuse, laiuse ja kõrvakõrguse. Pea kolju mahu leidmiseks on ta samuti kasutanud neid kolme mõõdet. Antud summaarset näitajat ja pea kolju mahtu on ta hinnanud võrdlustes teiste suurustega. (Aul, 1977: 60, 65, 66)

Sellest tulenevalt moodustatakse antud töö raames kaks indeksit pea kõrvakõrguse hindamiseks:

- **pea kõrvakõrguse - pea pikkuse indeks:** $\frac{\text{pea kõrvakõrgus}}{\text{pea pikkus}}$,
- **pea kõrvakõrguse - pea laiuse indeks:** $\frac{\text{pea kõrvakõrgus}}{\text{pea laius}}$.

Noorte saarlaste pea kõrvakõrguse - pea pikkuse indeks jääb vahemikku 0,53 - 0,75 (joonis 8), mis tähendab, et külgsuunas jagab kõrva tipp pea pikkuse peaaegu kaheks või veerand-kolmveerandiks. Madalama indeksiga noortel on seega ka kõrgem laup. Keskmiselt on indeksi väärtuseks 0,65.

Pea kõrvakõrguse - pea laiuse indeks on mõnevõrra kõrgem jäädes vahemikku 0,65 - 0,91 ning keskmine ja mediaan on ligikaudu 0,8 (lisa 3, joonis 32), mis kinnitab noorte saarlaste kitsamapoolset nägu.



Joonis 8. Pea kõrvakõrguse - pea pikkuse indeks.

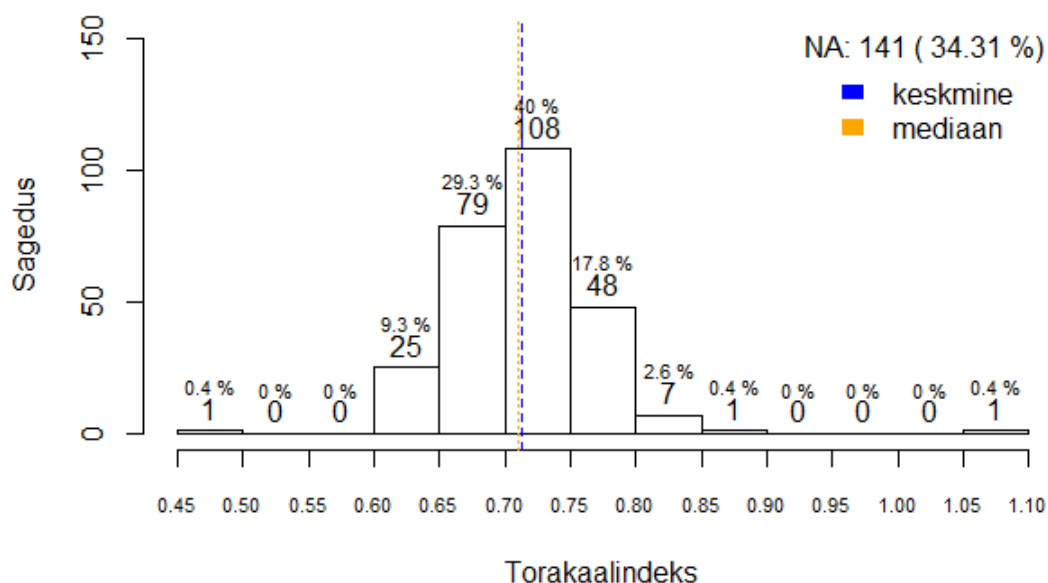
3.2 Tüve indeksid

Kormuseindeks (suhteline istepikkus): $\frac{\text{istepikkus}}{\text{üldpikkus}}$. Kormuseindeksiga hinnatakse isiku kehalaadi – mida väiksem on indeks seda sihvakam kehaehitus. (Aul, 1982: 42)

Noorte saarlaste kormuseindeks (lisa 3, joonis 33) jääb vahemikku 0,47 - 0,57, kus keskmine ja mediaan on ligikaudu 0,52. Seega üldiselt jagab noorte saarlaste istepikkus nende üldpikkuse kaheks suhteliseks võrdseks osaks.

Torakaalindeks (rindkereindeks, rindkere sügavus-laiuseindeks): $\frac{\text{rinnasügavus}}{\text{rinna laius}}$. Indeks kirjeldab rindkere ristlabilõike kuju. Mida suurem indeks, seda kumerama kujuga rindkere. (Aul, 1982: 65)

Vaatamata suure puuduvate väärtuste osakaalule (34,41%) võib joonise 9 põhjal öelda, et noorte saarlaste rindkere on pigem kumerapoolne. Leidub ka üksikuid lamedama rindkeregaga noori.



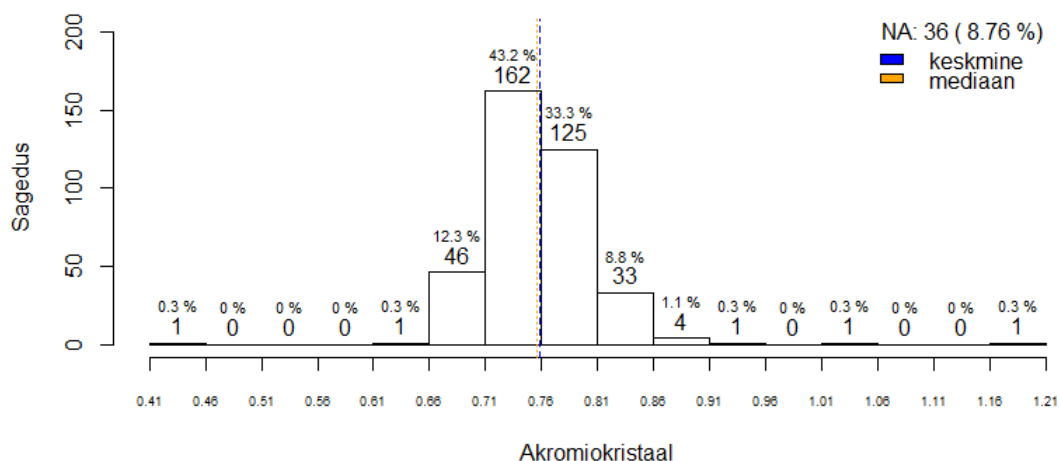
Joonis 9. Torakaalindeks.

Rindkere ümbermõõdu indeks: $\frac{\text{rindkere ümbermõõt}}{\text{üldpikkus}}$. Indeks näitab rindkere ümbermõõdu suurust üldpikkuse suhtes. Sellega hinnatakse nõrga- ja tugevarinnalisust.

Noorte saarlaste rindkere ümbermõõdu suurus üldpikkuse suhtes varieerub vahemikus 0,28 - 0,6, kus madalamate suhete esindajaid on üksikult (lisa 3, joonis 34). Keskmine ja mediaan on ligikaudu 0,5. Vaatamata saarlaste vanusele, võib neid pigem tugevarinnalisteks pidada.

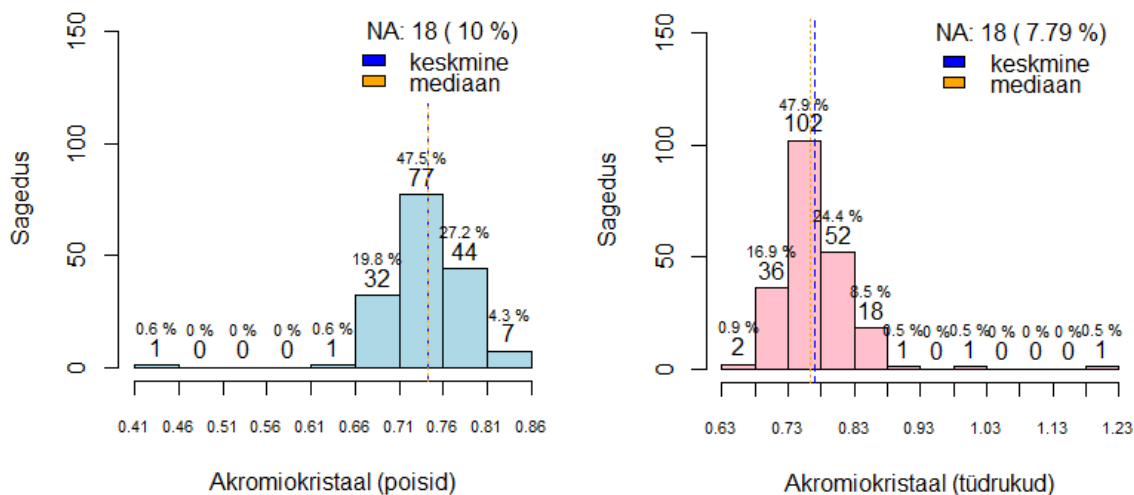
Akromiokristaalindeks (õla-puusalaiuseindeks): $\frac{\text{puusalaius}}{\text{õlalaius}}$. Väiksem indeks on iseloomulikum meestele, suurem naistele. (Aul, 1982: 71)

Jooniselt 10 on näha, et noorte saarlaste akromiokristaalindeksi väärtuste varieeruvus on suurem kui teistel indeksitel ulatudes väärtusest 0,41 väärtuseni 1,21. Indeksi väärtus 0,41 näitab, et puusalaius on rohkem kui kaks korda väiksem kui õlalaius. Indeksi väärtus 1,21 näitab, et puusad on õlgadest üle viiendiku võrra laiemad.



Joonis 10. Akromiokristaalindeks.

Vaadates joonist 11, kus on eraldi välja toodud akromiokristaalindeks poiste ja tüdrukute puhul, on näha ka noorte saarlaste puhul erinevusi tüdrukute ja poiste vahel. Kuigi keskmiselt on indeksid samas vahemikus ning ka keskmine ja mediaan on suhteliselt võrdväärsed - poistel ligikaudu 0,74 ja tüdrukutel ligikaudu 0,78. Poiste seas esineb laiaõlgseid ja kitsama puusaga noori, neidude seas laiemate puusadega noori.



Joonis 11. Akromiokristaalindeks vastavalt soole.

Õlalaiuse indeks: $\frac{\textit{\textit{õlalaius}}}{\textit{\textit{üldpikkus}}}$. Indeks näitab õlalaiuse suurust üldpikkuse suhtes. (Aul, 1982: 47)

Puusalaiuse indeks: $\frac{\textit{\textit{puusalaius}}}{\textit{\textit{üldpikkus}}}$. Indeks näitab, kui suure osa moodustab puusalaius üldpikkusest. (Aul, 1982: 71)

Noorte saarlaste õlalaiuse indeks (lisa 3, joonis 35) on üksikute ekstreemsemate väärtuste tõttu suurema varieeruvusega kui puusalaiuse indeks (lisa 3, joonis 36). Õlalaiuse indeksi ulatus on väärtusest 0,12 kuni väärtuseni 0,36, kuigi 95,8% saarlaste õlalaiuse indeksist jääb vahemikku 0,2 - 0,24. Puusalaiuse indeksi korral jääb 96,2% vahemikku 0,14 - 0,18 ning äärmuspunktide 0,12 ja 0,22 vahele. Seega saab ka järeldada, et akromiokristaalindeksi väärtuste varieeruvus on tingitud eelkõige õlalaiuse varieeruvusest.

3.3 Jäsemete indeksid

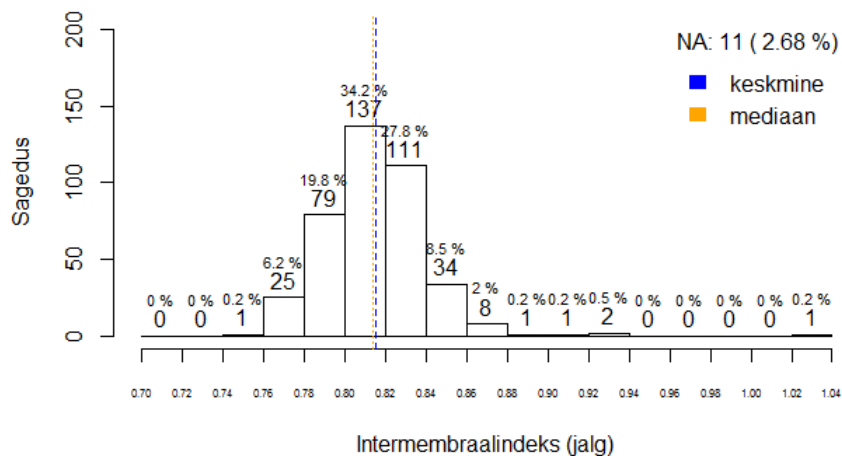
Intermembraalindeks (üla- ja alajäsemeindeks): $\frac{\textit{\textit{käe pikkus}}}{\textit{\textit{jala pikkus}}}$. Indeks iseloomustab keha üldproportsiooni. (Aul, 1982: 79)

Jala pikkuse korrektne mõõtmine on olnud keerukas ning tihti on see pigem leitud arvutuslikul teel. Seetõttu on Aul oma analüüsides vaadelnud jala pikkuse asemel iliospinaalkõrgust (niudeogakõrgus), mis on veidi suurem kui jala tõeline pikkus. (Aul, 1982: 77)

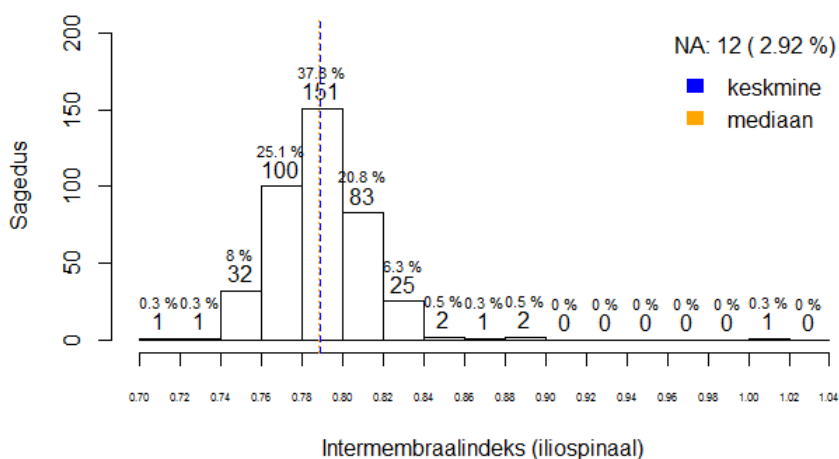
Sellest tulenevalt võib intermembraalindeks olla leitud ka valemiga $\frac{\textit{\textit{käe pikkus}}}{\textit{\textit{iliospinaalkõrgus}}}$.

Joonistelt 12 ja 13 on näha, et graafikud on suhteliselt sarnased ning annavad samu tulemusi. Täpsemalt erinevusi analüüsides (lisa 3, joonis 37) selgub, et intermembraalindeksite vahel on tugev seos, nii et antud andmestiku korral pole oluline, kas intermembraalindeks on leitud jala pikkuse või iliospinaalkõrguse kaudu.

Noorte saarlaste intermembraalindeks näitab, et keskmiselt on käed viiendiku võrra jalgadest lühemad. Ühe erandina leidub noor, kelle käte pikkus ületab jalgade oma.



Joonis 12. Intermembraalindeks - käe ja jala pikkuse suhe.



Joonis 13. Intermembraalindeks - käe pikkuse ja iliospinaalkõrguse suhe.

Ülajäseme indeks: $\frac{\text{käe pikkus}}{\text{üldpikkus}}$ (Aul, 1982: 77).

Noorte saarlaste ülajäseme indeks (lisa 3, joonis 38) jääb 99,2% saarlastel vahemikku 0,41 - 0,49, mis tähendab, et keskmiselt moodustab käe pikkus alla poole keha üldpikkusest.

Taljeümbermõõt, kere ja jala pikkus

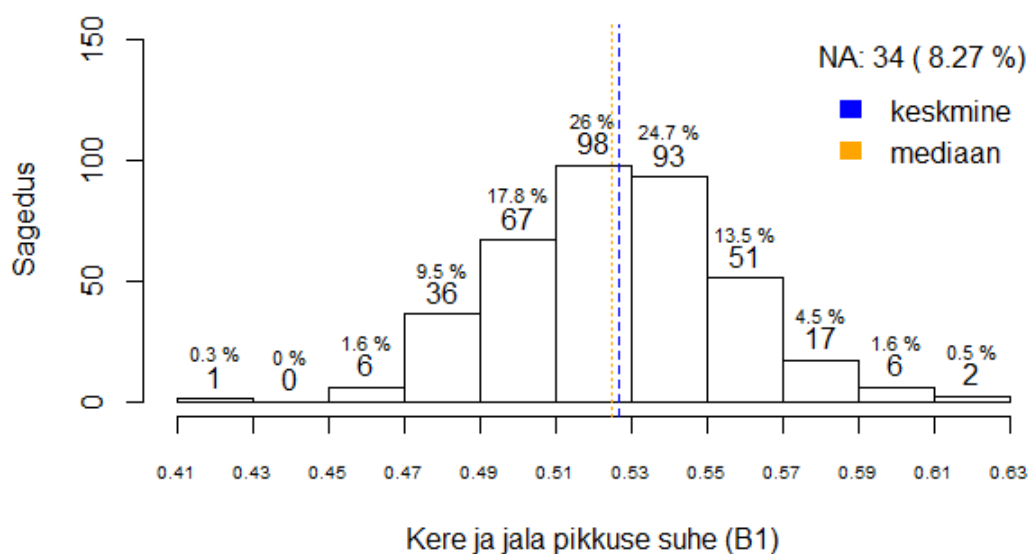
Keha proportsiooni hindamiseks on antropoloog professor V. V. Bunak jaganud inimesed kolme gruppi vastavalt jalgade ja kere mõõtmetele:

- dolihomorfssed – pikad jalad, kitsas ja lühike kere;
- brahimorfssed – lühikesed jalad, pikk ja lai kere;
- mesomorfssed – vahepealsed. (Kuusk ja Peets, 2010)

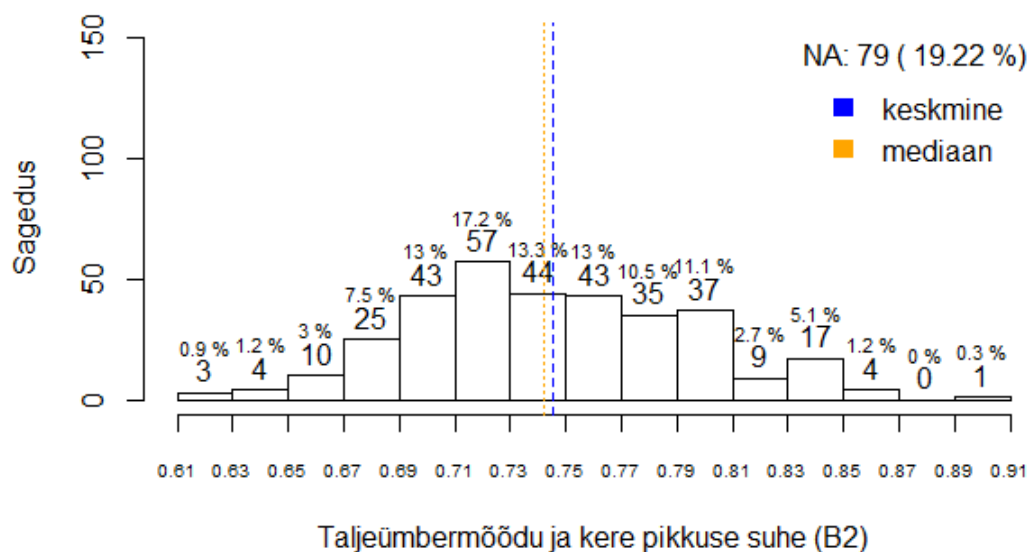
Sellest tulenevalt moodustatakse kaks indeksit. Esimene leiab **kere ja jala pikkuse**

suhte (B1): $\frac{\text{kere pikkus}}{\text{jala pikkus}}$, et hinnata kere ja jalgade pikkust. Teine indeks leiab poole **taljeümbermõõdu ja kere pikkuse suhte (B2):** $\frac{\text{talje ümbermõõt}/2}{\text{kere pikkus}}$, et määratleda kere laiust.

Vastavalt joonistele 14 ja 15 on noored saarlased pigem mesomorfse kehaehitusega. Kere ja jala pikkuse suhte keskmine ja mediaan on ligikaudu 0,53, mis tähendab, et kere pikkus katab veidi rohkem kui poole jala pikkusest. Taljeümbermõõdu ja kere pikkuse suhte väärtused on varieeruvamad, nii et kuigi puuduvate väärtuste osakaal on suurem (19,22%), leidub noorte saarlaste seas nii kitsama kui ka laiemä kerega noori.



Joonis 14. Kere ja jala pikkuse suhe. B1 - indeks on tuletatud professor Bunaki grupeeringust.



Joonis 15. Taljeümbermõõdu* ja kere pikkuse suhe. B2 - indeks on tuletatud professor Bunaki grupeeringust.

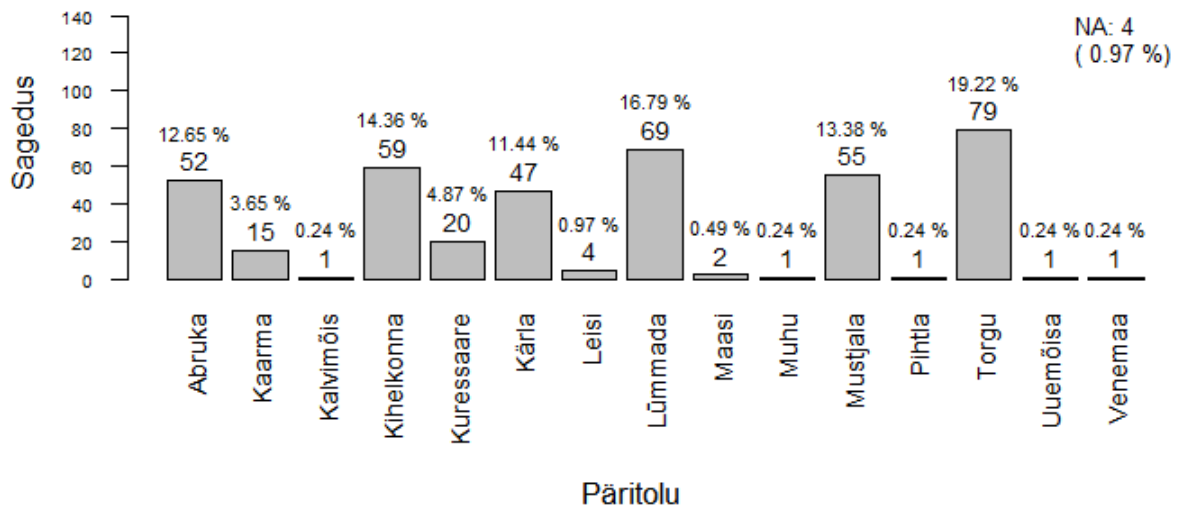
*Indeksi leidmiseks on jagatud taljeümbermõõd kahega.

4 Peakomponentide analüüs andmetel

Antud peatüki esimeses pooles kontrollitakse töö sissejuhatuses püstitatud hüpoteesi, kas eri piirkondade saarlased erinevad oma antropoloogiliste mõõtmete osas. Peatüki teises pooles analüüsitakse üldisemalt, millistesse rühmadesse noored saarlased jagunevad. Uurimiseks kasutatakse peakomponentide analüüsi, mis teostatakse statistikataarkvaras *R* sisseehitatud funktsiooniga `prcomp()`.

4.1 Päritolu rühmad

Soovitakse kontrollida hüpoteesi, kas eri piirkondade saarlased erinevad oma antropoloogiliste mõõtmete osas. Selleks kasutatakse algandmete tunnust *päritolu*, mis näitab noore saarlase päritolu valla tasemel (joonis 16).

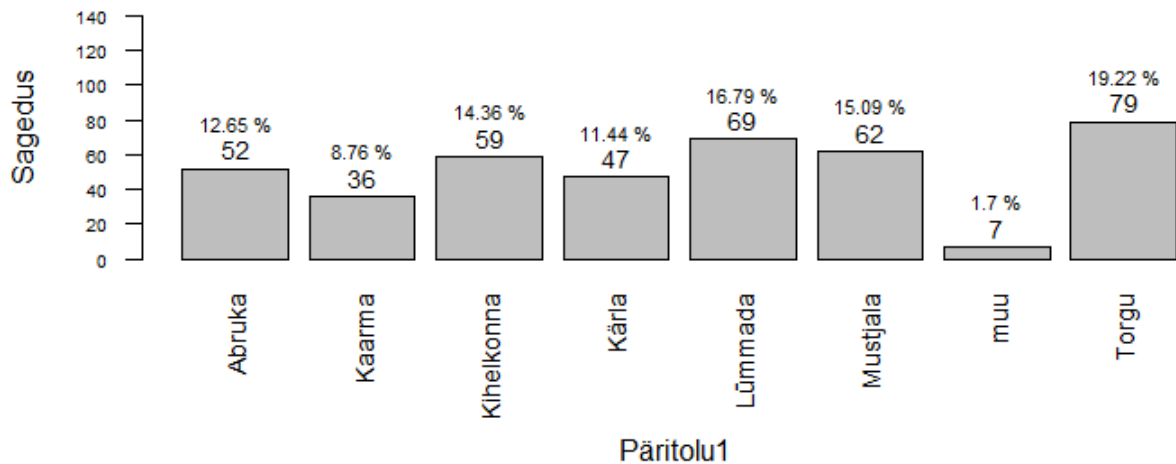


Joonis 16. Noorte saarlaste päritolu vallad.

Jooniselt 16 on näha, et noored pole piirkonniti ühtlaselt jaotunud. Parema analüüsi ja grupeerimise tõttu moodustatakse päritolu jaoks uus ühtlasemalt jaotunud tunnus *Päritolu1* (joonis 17). Seega liidetakse väiksema osakaaluga piirkonnad suuremale lähedalasuvale piirkonnale juurde:

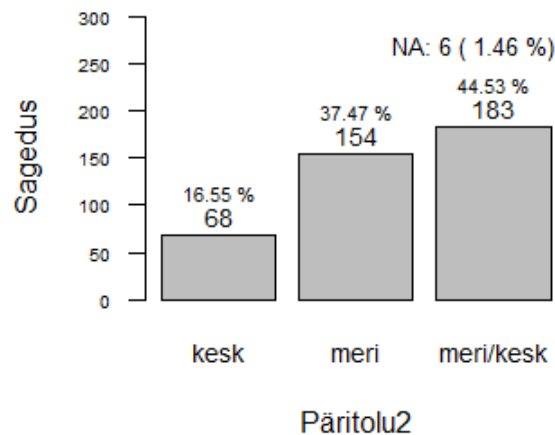
- Abruka = Abruka;
- Kaarma = Kaarma, Pihla, Kuressaare;
- Kihelkonna = Kihelkonna;

- Kärla = Kärla;
- Lümmada = Lümmada;
- Mustjala = Mustjala, Leisi, Maasi, Uuemõisa;
- Torgu = Torgu;
- muu = Muhu, Kalvimõis, Venemaa, tühjad väärtused.



Joonis 17. Päritolu1. Uus tunnus päritolu ühtlasemaks jaotuseks.

Veel moodustatakse päritolu põhjal ka teine päritolu kirjeldav tunnus *Päritolu2* (joonis 18), kus väärtuse „meri“ saavad peamiselt mereäärased kohad (Muhu, Abruca, Torgu, Kuressaare, Maasi) ning väärtuse „kesk“ saavad piirkonnad, mis paiknevad pigem sisemaal (Kaarma, Kärla, Leisi, Uuemõisa, Pihtla). Väärtuse „kesk/meri“ saavad Kihelkonna, Mustjala ja Lümmada vald.



Joonis 18. Päritolu2. Piirkondade jagunemine mereäärseteks ja sisemaa piirkondadeks.

4.2 Peakomponentide analüüs indekse pe põhjal

Antud alapeatükis kirjeldatakse peakomponentide analüüsi (PCA) valitud indekse põhjal.

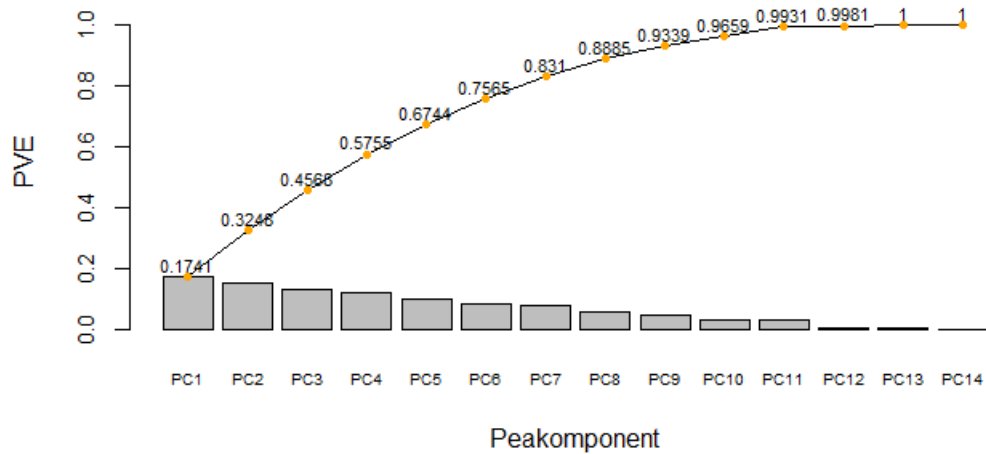
Peakomponentide analüüsi ei saa teostada objektidega, mille tunnustel esineb puuduvaid väärtuseid. Vastavalt peatüki 3 tulemustele otsustatakse suurema objektide kao vältimiseks analüüsist välja jätta alljärgnevad indeksid:

- **intermembraalindeks iliospinaalkõrguse põhjal** – kuna kahel erineval viisil arvutatud indekse puhul on erinevus väike ja indeksid on tugevas seoses, otsustatakse analüüsi jätta ainult üks indeksitest, millel on väiksem puuduvate väärtuste osakaal (joonised 12, 13, lisa 3, joonis 37);
- **jugofrontaalindeks** – frontoparietaalindeks (lauba laius / pea laius) ja jugofrontaalindeks (lauba laius / näo laius) annavad suhteliselt sarnaseid tulemusi, jugofrontaalindeksil on rohkem puuduvate väärtustega objekte (lisa 3, joonised 30, 31);
- **torakaalindeks** – suur puuduvate väärtuste osakaal (34,31%) (joonis 9);
- **taljeümbermõõdu ja kere pikkuse suhe (B2)** – suur puuduvate väärtuste osakaal (19,22%) (joonis 15).

Seetõttu teostatakse peakomponentide analüüsi 349 objekti ja 14 indeksiga.

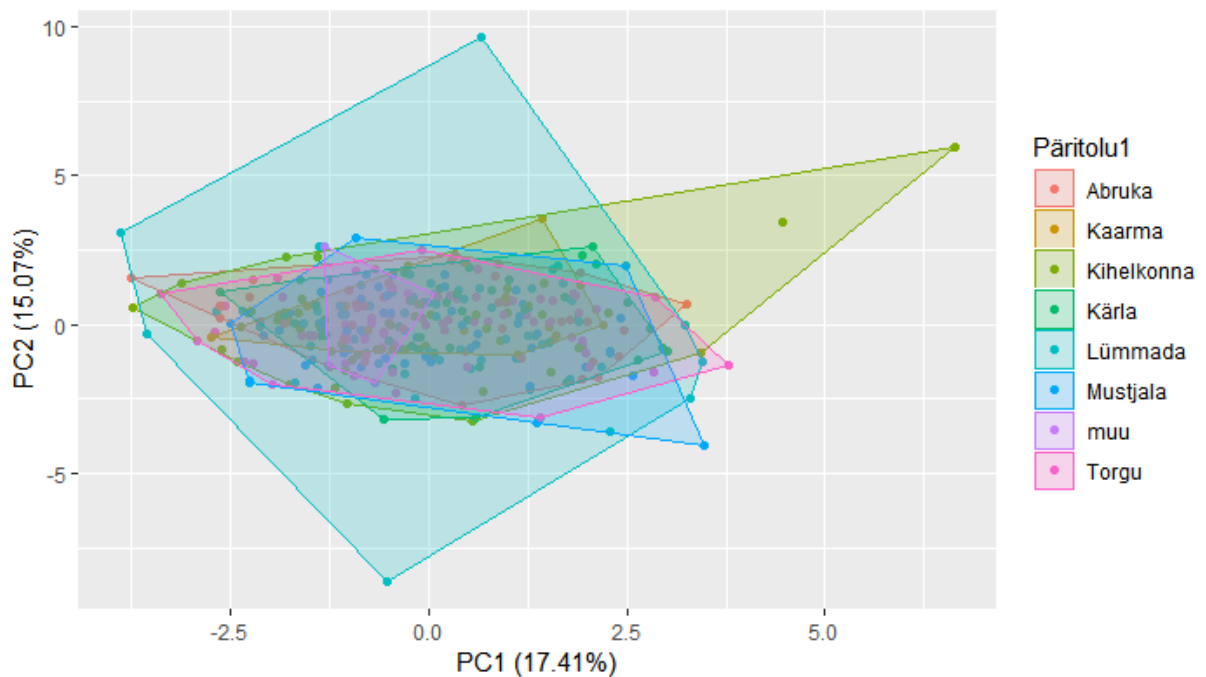
Peakomponentide analüüsi eelduseks on ühtne skaala. Indeksid on leitud erinevate antropomeetriliste mõõtmete jagatisena, kus kõik mõõtmed on olnud millimeetrites, kuid indeksid varieeruvad erinevates vahemikes skaalal 0,1 – 1,2 (joonis 4). Analüüsi jaoks indeksid skaleeritakse (keskväärtus 0 ja standardhälve 1) lisades funktsioonile `prcomp()` tingimuse `scale = TRUE`.

Joonise 19 põhjal, mis kirjeldab peakomponentide kirjeldavuse osakaalu algandmete kogudispersioonist, on näha, et esimesed peakomponendid on küllaltki lähedaste kirjeldavuse osakaaludega (vahemikus 0,1 – 0,2). Vastavalt teadmisele, et peakomponentide kogu kirjeldavuse osakaal peaks olema vähemalt 60%, valitakse edasiseks analüüsiks välja esimesed viis peakomponenti, mis kirjeldavad ära 67,44% kogu algsest informatsioonist.

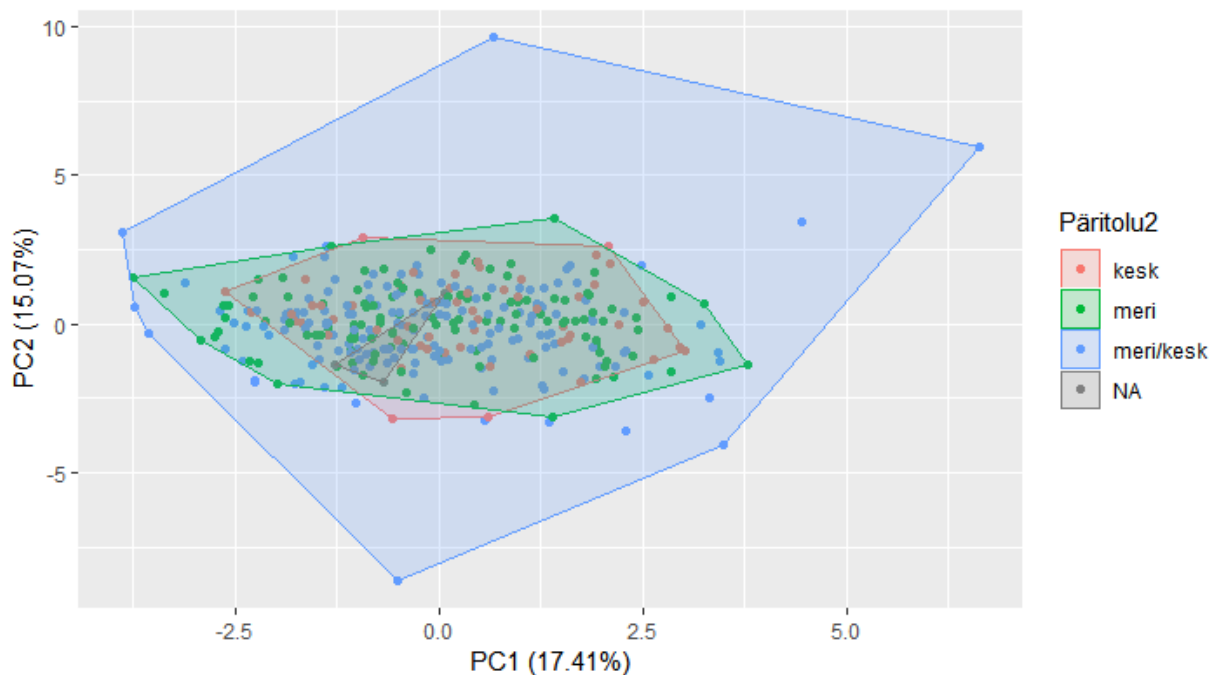


Joonis 19. PCA indeksite põhjal. Graafiku tulbad näitavad PVE suurust iga peakomponendi korral ning joongraafik näitab PVE kumulatiivset summat.

Piirkonnast tingitud saarlaste antropoloogilise erinevuse hüpoteesi kontrolliks kantakse graafikule viiest valitud peakomponendist esimene ja teine peakomponent, mis kirjeldavad kokku 32,48% algandmetest. Ülejäänud peakomponentide interpreteerimine andis samad tulemused.



Joonis 20. Esimese päritolu tunnuse jagunemine kahe esimese peakomponendi ruumis.



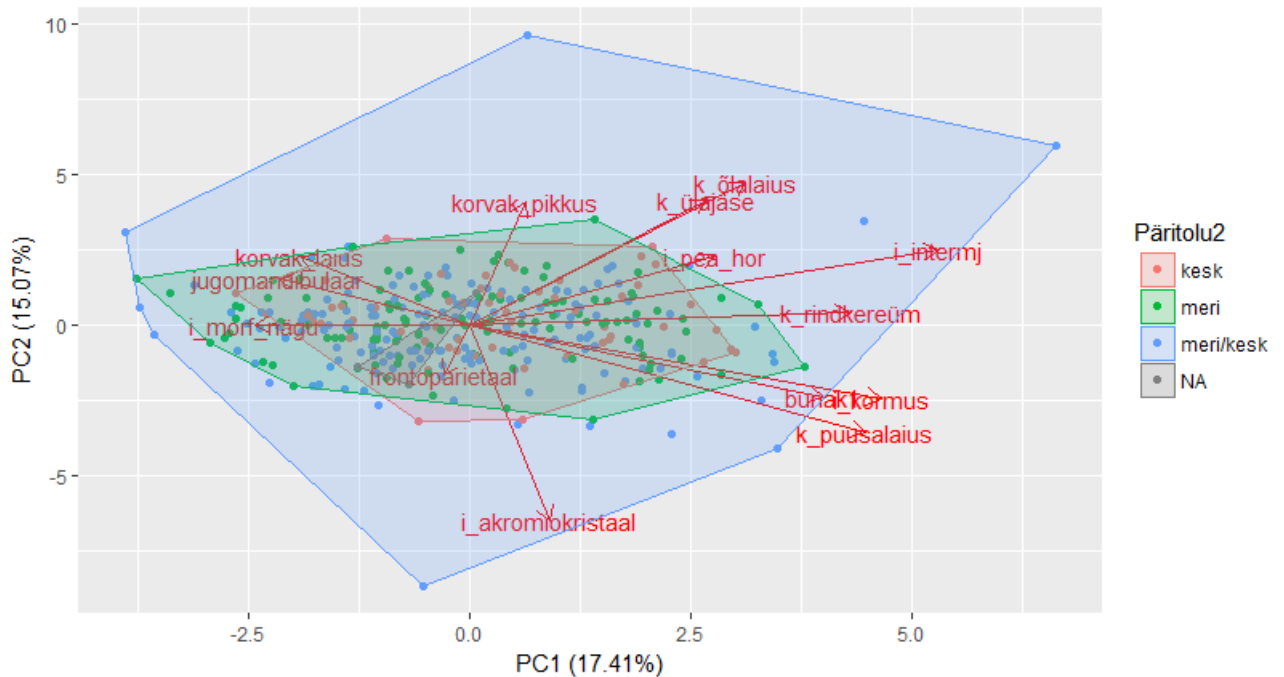
Joonis 21. Teise päritolu tunnuse jagunemine kahe esimese peakomponendi ruumis.

Joonistelt 20 ja 21 on näha, et piirkonnad ei ole lõikumatud, vaid suures osas kattuvad. Ometi on varieeruvus mõnedes piirkondades suurem kui teistes. Näiteks eristub mere piirkond kesk piirkonnast, sest mere piirkonna põhjal moodustunud kujund on välja venitatud esimese peakomponendi suunal (joonis 21). Jooniselt 20 on näha, et nimetatud välja venitatud kujundi moodustavad eelkõige Abruha ja Torgu vald. Piirkondades, mis on nii mereäärsed kui ka sisepiirkondade lähedal (meri/kesk), eesotsas Lümmada ja Kihelkonnaga, leidub suuremat rahvaste segunemist ning seal on varieeruvus suurim.

Edasi interpreeritakse peakomponente kaalude põhjal (tabel 2, joonis 22).

Tabel 2. Esimese viie peakomponendi kaalud. Sinisega on välja toodud suured negatiivsed kaalud, heleoranžiga suured positiivsed kaalud.

Indeks / peakomponent	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Pea pikkus-laiuseindeks	0,2307	0,1892	0,5103	0,3306	0,0171
Morfoloogiline näoindeks	-0,2013	0,0017	-0,2894	0,1326	0,1704
Frontoparietaalindeks	-0,0236	-0,1383	-0,4147	-0,2727	0,0374
Jugomandibulaarindeks	-0,1789	0,1281	-0,1845	0,0315	0,1962
Pea kõrvakõrguse - pea pikkuse indeks	0,0531	0,3397	0,0039	0,593	0,2361
Pea kõrvakõrguse - pea laiuse indeks	-0,1591	0,1894	-0,4762	0,3354	0,2404
Kormuseindeks	0,3873	-0,2021	-0,2518	0,2266	-0,2227
Rindkere ümbermõõdu indeks	0,3582	0,0353	-0,1947	-0,1023	-0,0944
Akromiokristaalindeks	0,0763	-0,5393	0,1281	0,0935	0,464
Õlalaiuse indeks	0,2599	0,3925	-0,0957	-0,088	-0,373
Puusalaiuse indeks	0,3722	-0,296	0,0669	0,0357	0,2049
Intermembraalindeks (jalg)	0,441	0,2103	-0,1374	-0,1746	0,3374
Ülajäseme indeks	0,2226	0,3453	0,0522	-0,3935	0,4696
Kere ja jala pikkuse suhe (B1)	0,3337	-0,1984	-0,2646	0,262	-0,1676



Joonis 22. Teise päritolu tunnuse jagunemine kahe esimese peakomponendi ruumis. Noole ots oma koordinaatidega näitab lähtetunnuse (antud juhul indeksi) seose tugevust peakomponentidega, enamasti kaalumatriksis olevaid kaale. Noole otsa koordinaatide jaoks on oma skaala, mis sageli tuuakse graafiku üla- ja paremservas. Siin need skaalad puuduvad. Pikem nool teatud telje suunas aitab märgata tugevat seost lähtetunnuse ja vastava peakomponendi vahel (positiivne või negatiivne).

Tabelist 2 on näha, et esimeses peakomponendis on suure positiivse kaaluga sees kormuseindeks, rindkere ümbermõõdu indeks, puusalaiuse indeks, intermembraalindeks ning kere ja jala pikkuse indeks. Need indeksid on peamiselt suhted üldpikkusesse ja jalapikkusesse. Suhted saavutavad suure väärtuse, kui nimetaja on väike ja lugeja suur. Suhete suured väärtused toovad kaasa peakomponendi PC1 suure positiivse skoori. Antud suhted kirjeldavad keha jässakust. Keha on jässakam, kui madalama pikkuse juures on suurem istepikkus, puusalaius ja rindkere ümbermõõt, väiksema jalapikkuse juures suurem kere või käe pikkus. Seega võib öelda, et esimene peakomponent on jässakuse komponent - positiivsel suunal keha jässakus ning negatiivsel sihvakus.

Suure kaaluga negatiivsel poolel on morfoloogiline näoindeks, jugomandibulaarindeks ja pea kõrvakõrguse - pea laiuse indeks. Need näitavad teatud näo pikkuse/kõrguse mõõdet näo laiuse suhtes. Suurem väärtus kirjeldab laiema lõuaga kitsamat ja piklikumat nägu. Järelikult jäävad peakomponendi negatiivsele poolele kitsama näoga noored ning positiivsele laiema näoga noored. Ka need omadused võib lugeda jässakuse mõiste juurde.

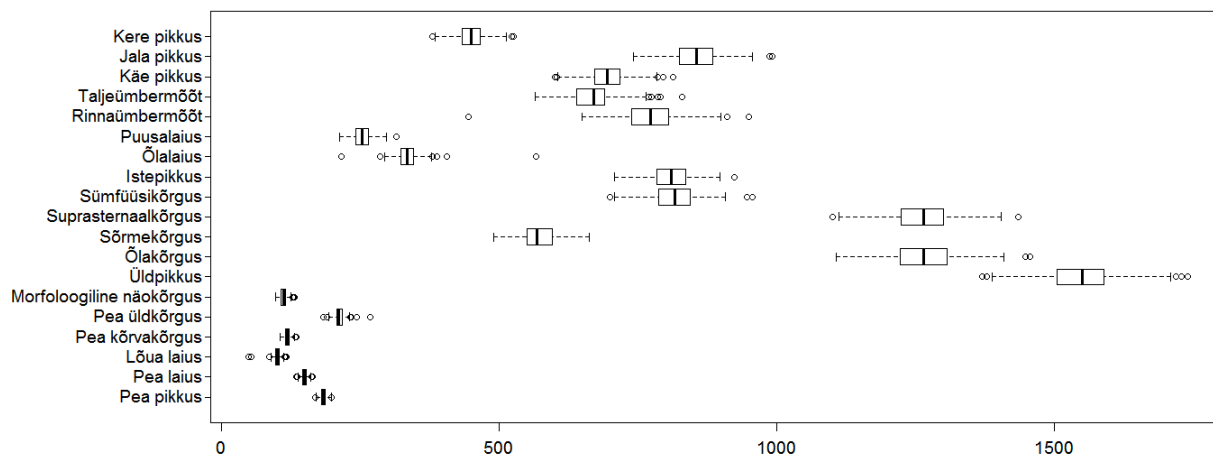
Teise peakomponendi kirjeldamise lihtsustamiseks tuuakse välja tugevalt negatiivselt seotud akromiokristaalindeks. Indeks näitab, kui suure osa moodustab puusalaius õlalaiusest. Suur indeksi väärtus kirjeldab kitsaid õlgu ja lai puusi. Negatiivse kaalu tõttu jäävad graafiku (joonised 20, 21 ja 22) ülemisele poolele laiaõlgseid noored ja alumisele laiapuusalised. Seega on teine peakomponent kehatüve peakomponent (laiema õlgseid *versus* laiema puusalised). Graafiku (joonised 20, 21 ja 22) vasakule poolele jäävad sihvakamad ja kitsa näoga noored, paremale poolele jässakamad ja laia näoga noored.

Paigutades noored esimese ja teise peakomponendi teljestikku (joonis 21) on näha, et mere piirkond on rohkem välja venitatud PC1 suunas kui kesk piirkond. Erinevalt kesk piirkonnast on mere piirkonnas rohkem väga jässakaid noori ja ka väga sihvakaid. Meri/kesk piirkonnas on ülejäänud piirkondadest väga tugevalt eristuvaid noori: eriti jässakaid kui ka jässakuse poolest keskmisi, kes eristuvad väga laia ülakehaga või väga laia alakehaga.

4.3 Peakomponentide analüüs mõõtmete põhjal

Antud alapeatükis kirjeldatakse peakomponentide analüüsi (PCA) valitud antropomeetriliste mõõtmete (lähtetunnuste) põhjal.

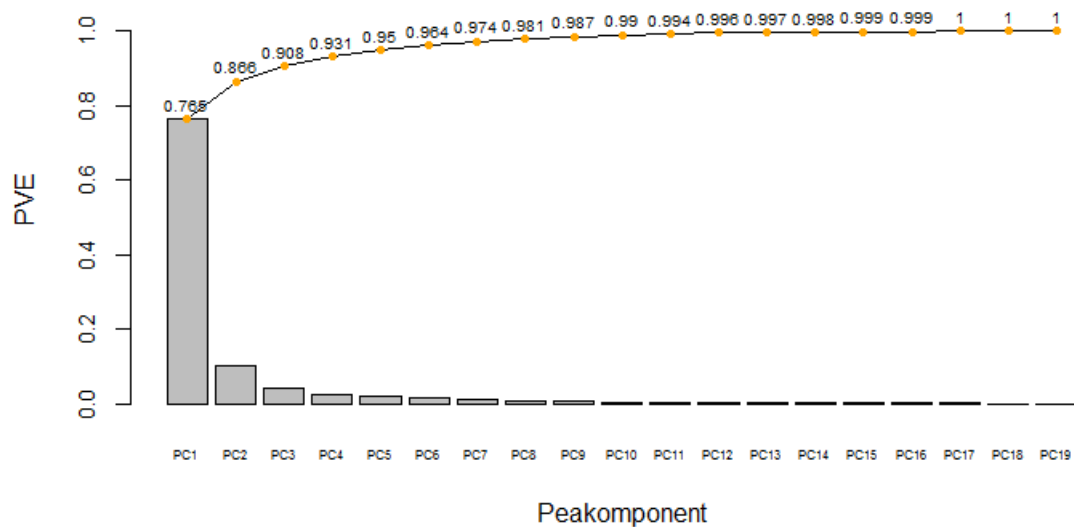
Esialgselt 411 objektist ja 27 antropomeetrisest mõõtmest jäid puuduvate väärtuste tõttu ning suurema objektide kao vältimiseks analüüsi 311 objekti ja 19 antropomeetrisest mõõdet: pea pikkus, pea laius, lõua laius, pea kõrvakõrgus, pea üldkõrgus, morfoloogiline näokõrgus, üldpikkus, õlakõrgus, sõrmekõrgus, suprasternaalkõrgus, sümfüüsikõrgus, istepikkus, õlalaius, puusalaius, rinnaümbermõõt, taljeümbermõõt, käe pikkus, jala pikkus, kere pikkus (joonis 23).



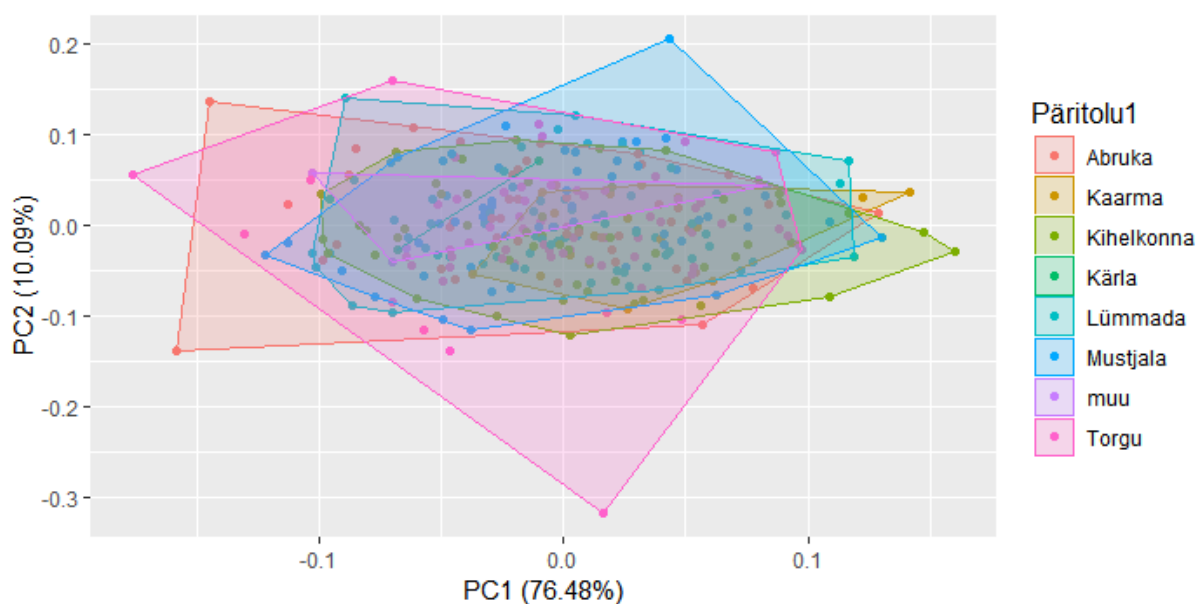
Joonis 23. Peakomponentide analüüsiks valitud tunnuste jaotused.

Kõik mõõtmised on millimeetrites ning otsustatakse, et neid ei skaleerita enne peakomponentide analüüsi. Seega lisatakse funktsioonile `prcomp()` tingimus `scale = FALSE`. Mitteskaleerimine annab ka paremaid võimalusi analüüsi tulemuste interpreteerimiseks.

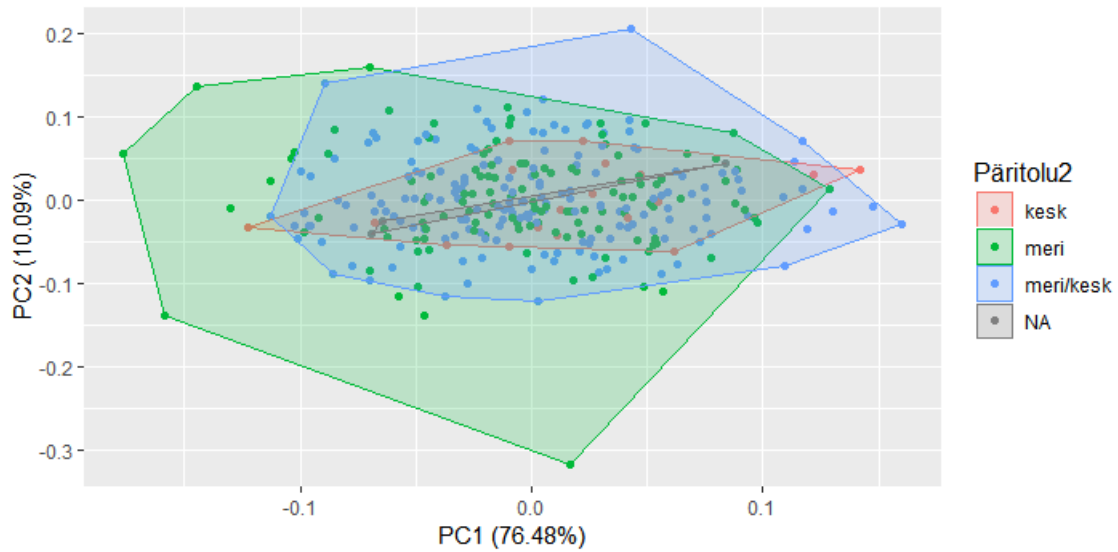
Esimene peakomponent kirjeldab 76,5% algandmetest (joonis 24). Seega piisab antud PCA põhjal vaadata ainult kahte esimest peakomponenti, mis kokku kirjeldavad 86,6% alginformatsioonist.



Joonis 24. PCA mõõtmete põhjal. Graafiku tulbad näitavad PVE suurust iga peakomponendi korral ning joongraafik näitab PVE kumulatiivset summat.



Joonis 25. Esimese päritolu tunnuse jagunemine kahe esimese peakomponendi ruumis.



Joonis 26. Teise päritolu tunnuse jagunemine kahe esimese peakomponendi ruumis.

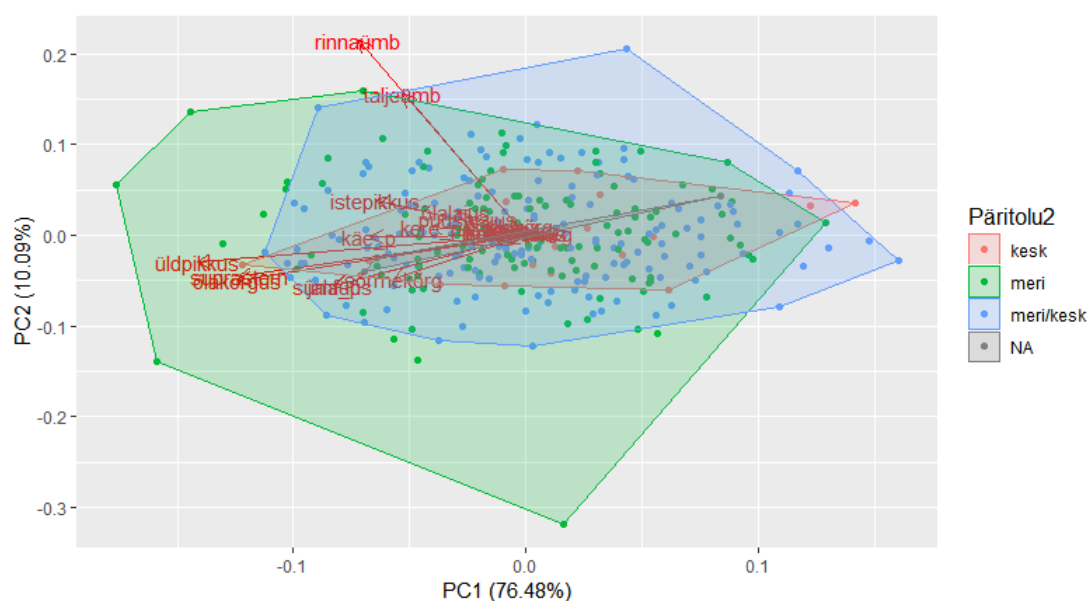
Ka lähtetunnuste alusel tehtud peakomponentide analüüsi tulemusena on vastavatele joonistele 25 ja 26 näha, et piirkonniti ei saa noori saarlasi lõikumatusse rühmadesse jaotada. Küll aga on näha mõnedes rühmades suuremat varieeruvust. Edasi leitakse peakomponentide kaalude põhjal varieeruvuse sisu, et tulemusi täpsemalt interpreteerida.

Tabel 3. Esimese kahe peakomponendi kaalud. Sinisega on välja toodud suured negatiivsed kaalud, heleoranžiga suured positiivsed kaalud.

Mõõt / peakomponent	PC1	PC2
Pea pikkus	-0,0131	0,0107
Pea laius	-0,009	0,0147
Lõua laius	-0,0182	0,0223
Pea kõrvakõrgus	-0,01	0,0079
Pea üldkõrgus	-0,0233	0,0382
Morfoloogiline näokõrgus	-0,0199	0,0222
Üldpikkus	-0,478	-0,0999
Õlakõrgus	-0,4186	-0,1681
Sõrmekõrgus	-0,1931	-0,161
Suprasternaalkõrgus	-0,4184	-0,1542
Sümfüüsikõrgus	-0,2803	-0,1884
Istepikkus	-0,2189	0,1316
Õlalaius	-0,1003	0,0893
Puusalaius	-0,085	0,0614
Rinnaümbermõõt	-0,2434	0,728
Taljeümbermõõt	-0,1782	0,5272
Käe pikkus	-0,2265	-0,0071
Jala pikkus	-0,2782	-0,189
Kere pikkus	-0,1379	0,0328

Tabelist 3 on näha, et esimese peakomponendi korral on kõik kaalud negatiivsed. Kuna peakomponendi suund ei ole fikseeritud, võib ka kaalud (-1)-ga läbi korrutada. Antud töös jätkatakse esialgsete negatiivsete kaaludega. Peakomponendi määravad suure kaaluga üldpikkus, õlakõrgus ja suprasternaalkõrgus. Seega on esimene peakomponent pikkuse peakomponent. Joonistel 25, 26 ja 27 jäävad pikad noored graafiku vasakule poolele.

Teise peakomponendi määravad suure positiivse kaaluga rinnaümberruüm ja taljeümberruüm. Seega nimetatakse teist peakomponenti ümaruse peakomponendiks. Graafikutel asuvad ümaramad noored ülalosas ja kõhnemad allosas.



Joonis 27. Teise päritolu tunnuse jagunemine kahe esimese peakomponendi poolt. Punased nooled tähistavad lähtetunnuse seose tugevust peakomponentidega, enamasti kaalumatriksis olevaid kaale. Pikem nool teatud telje suunas aitab märgata tugevat seost lähtetunnuse ja vastava peakomponendi vahel (positiivne või negatiivne).

Seega on mõnede rühmade suurem varieeruvus tingitud noorte pikkusest ja ümarusest. Jooniselt 27 on näha, et kesk piirkonna noored on kõige keskpärasemad pikkuse ja ümaruse mõttes. Mere piirkonnas on aga palju ümaramaid kui ka palju kõhnemaid noori, seda sama pikkuse juures kesk piirkonna noortega. Mereäärsete piirkondade varieeruvus on tingitud eelkõige Abruha ja Torgu valla noorte kehaarengu varieeruvusest (joonis 25).

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö peaeesmärk oli uurida noori saarlasi nende antropomeetriliste mõõtmete alusel. Esimeseks eesmärgiks oli arvutada antropomeetrias tuntud indeksid, mis on tähtsad võrdlemiseks ning üldpildi saamiseks, ning kirjeldada noori saarlasi nende abil.

Töö raames arvutati ja lisati andmetele juurde 18 antropomeetrilist indeksit. Indeksite tulemuste põhjal on keskmine noor saarlane pigem lühema pea, kitsamapoolsete näojoonte ja madalama laubaga. Ta on mesomorfse kehaehitusega, pole märkimisväärselt sihvakam ega jässakam, kuigi rind on kumerapoolsem ja tugevam ning õlad on puusadest laiemad.

Teiseks sooviti kontrollida hüpoteesi, kas eri piirkondade saarlased erinevad oma antropoloogiliste mõõtmete osas. Sooviti ka analüüsida üldisemalt, millistesse rühmadesse noored saarlased jagunevad.

Hüpoteesi kontrolliks tehti kaks peakomponentide analüüsi, esimene uute tunnuste (antropomeetriliste indeksite) põhjal, teine aga lähtetunnuste põhjal. Mõlema analüüsi tulemusena jõuti järeldusele, et piirkonnad ei ole peakomponentide ruumis lõikumatud, vaid on suures osas kattuvad. Küll aga erinesid piirkonnad varieeruvuse poolest - mereäärsed piirkonnad, eesotsas Abruka ja Torgu vallaga, on varieeruvamad kui saare sisemised piirkonnad.

Esimese analüüsi esimesed kaks peakomponenti olid jässakuse ja kehatüve peakomponendid, mis kirjeldasid ära 32,48% kogu algsest informatsioonist. Teise analüüsi esimesed kaks peakomponenti olid pikkuse ja ümaruse peakomponendid, millest esimene kirjeldas ära 76,5% algandmete koguhajuvusest ja mis kokku kirjeldasid 86,6% koguhajuvusest. Piirkondade varieeruvus oli tingitud noorte jässakusest ja kehatüvest ning pikkusest ja ümarusest. Vaadeldes jässakuse ja kehatüve peakomponentide skooore ja pikkuse ja ümaruse peakomponentide skooore, saab noored saarlased rühmadesse jagada.

Kasutatud kirjandus

- Aul, J. (1932). Ankeedid, Saaremaa, 14-15 a, P+T. *TÜ muuseumi arhiivikogu*. viidatud Gorbova, J. (2018). järgi.
- Aul, J. (1964). *Antropoloogia-alaseid töid. Труды по антропологии*. 1.osa. Tartu: Tartu Riiklik Ülikool.
- Aul, J. (1977). *Antropoloogia-alaseid töid. Труды по антропологии*. 3.osa. Tartu: Tartu Riiklik Ülikool.
- Aul, J. (1982). *Eesti kooliõpilaste antropoloogia*. Tallinn: Valgus.
- Gorbova, J. (2018). Logistilise ja aditiivse logistilise mudeli võrdlus saarlaste antropoloogiliste mõõtmiste näitel. *Bakalaureusetöö*. Tartu Ülikool. Tartu.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. (2017). *An Introduction to Statistical Learning*. London: Springer.
- Kuusk, M., Peets, T. (2010). Keha proportsioonid. http://ekool.tktk.ee/failid/0/objekt/10/konstr_alus/alused2e/keha_proportsioonid.html (25.03.2019)
- Martin, R. (1914). *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung: mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden; für Studierende, Ärzte und Forschungsreisende; mit 460 Abbildungen im Text, 3 Tafeln und 2 Beobachtungsblättern*. Jena: Fischer. DOI: 10.11588/diglit.37612
- Mikelsaar, S. (koost.) (1997). *Professor Juhan Aul: kirjanduse nimestik 1919-1997*. Tartu: Tartu Ülikooli Raamatukogu.
- viidatud Javoið, J. (2008). Juhan Aul 111 – kas unistused luhtusid? *Horisont*, 10.2008. http://eestiloodus.horisont.ee/artikkel2552_2547.html (22.01.2019) järgi.

Lisad

Lisa 1 - ankeet

17

1932. aastal.

Nimi Hoogoud Ella Toant

Rahvas estlane Vanus 14. a.

Kasvanud (päril) Kihelkonnas vallas (linnas)

Fiirandi saant külas talus

Vanemate päritolu (vald, linn) Kihelkonnas
valdastena, Lühimadestisa

Vanemate või emese elukutse: talunik, viilketalunik, vabadik, asunik, põllutööline, vabrikatööli, ametnik, käsitööli.
(), õpetaja, kaupmees,

Perekonnateateid: vallaline, abielus; 4 (mitmes) laps;
3. venda, 4. õde, poega, tütar (surnud kaasa-
arvatud!). Isa vanus 65. a. Ema vanus 52. a.

Juuks: must, pruun, blond, ruuge; hele, tume, kollakas, tukkjas.

Iris: pruun, tumekirju, sinine, hall; hele, tume; rohekas, kollakas, valkjas.

Laup: otse, langus; kumer, lame; kõrge, madal.

Ninajuur: madal, sügav; palju, vähe.

Ninaselg: otse, nõgus, kumer, lainjas; palju, vähe.

Näo profiil: orto-, prognaatne.

Nägu en face: munajas, ovaalne, ümmar, nurkjas; kitsas, lai; kahvatu, roosakas, õrn, tugev, valge, tume, kollakas

Põsenukid: Huuled:

Lõug: Kõrvanibu:

Konstitutsioon: lihav, priske, kõhn; tugev, nõrk, lepto-, eurysoom; sihvakas, jässakas.

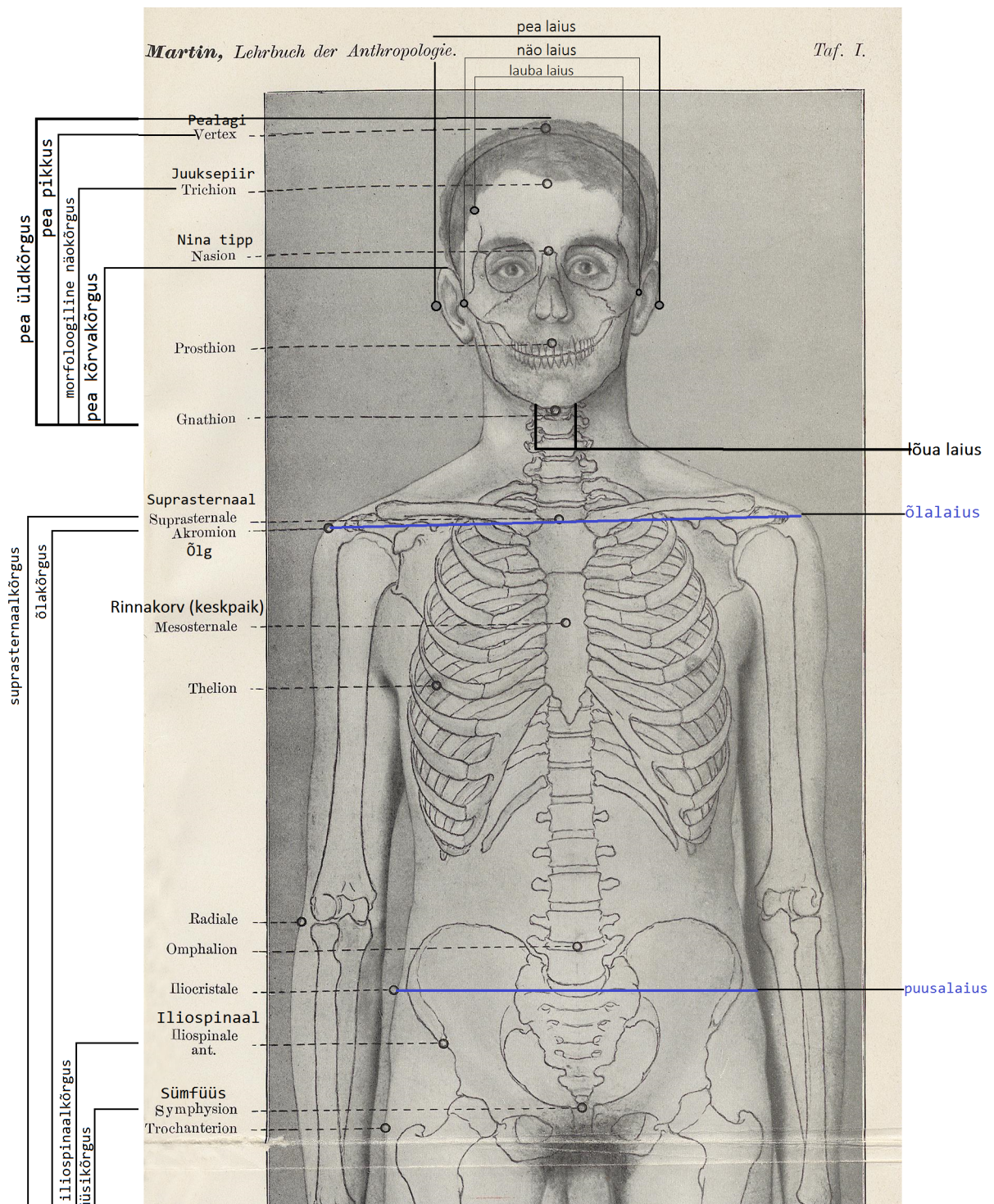
Märkusi:

Rass:

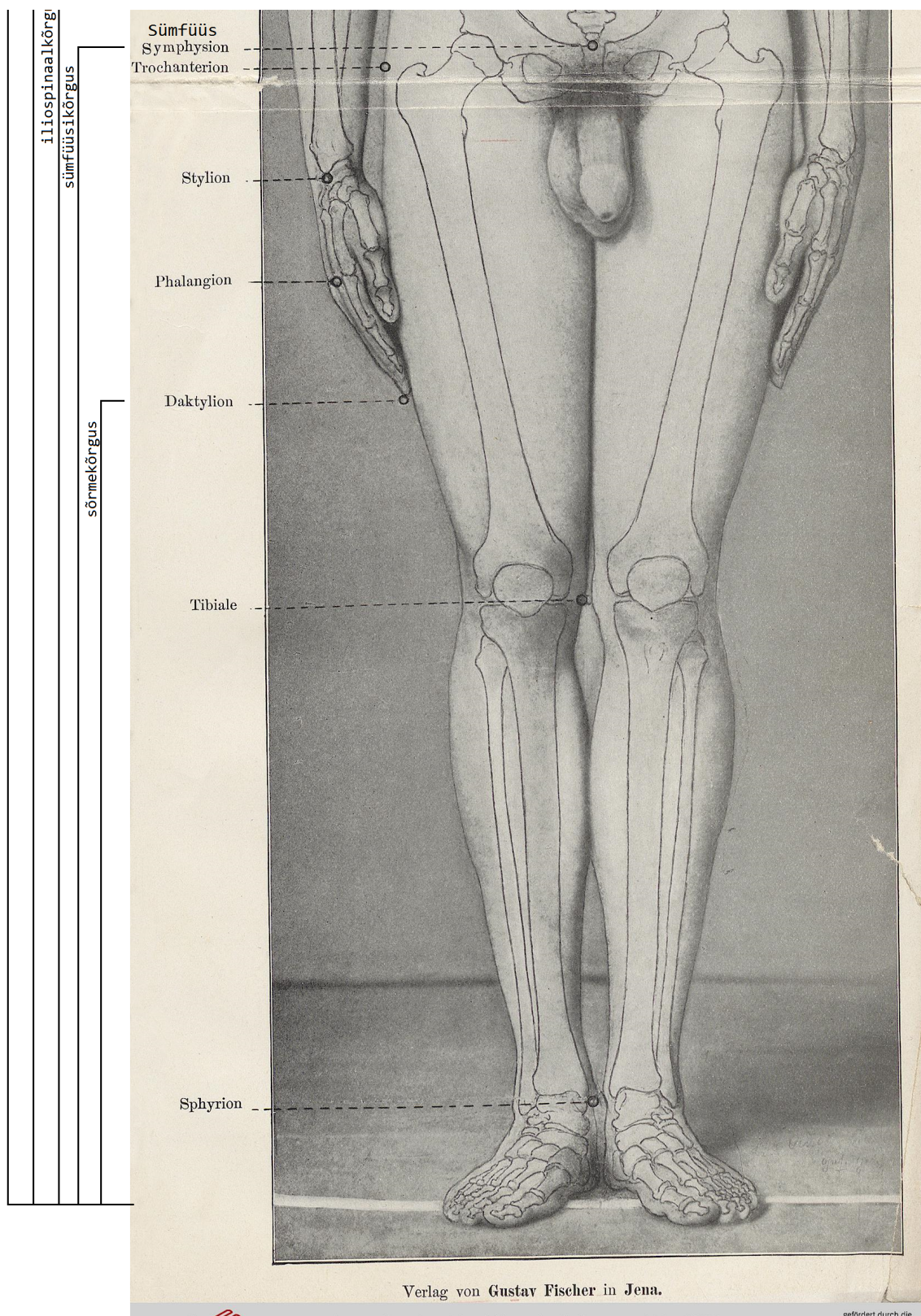
1. Pea pikkus <u>182.</u>	31. Süüre
2. Pea laius <u>150.</u>	32. S. kurgu
3. Lauba laius <u>115.</u>	33. Raskus <u>504.</u>
4. Näo laius <u>138.</u>	34. Käe p. <u>686</u>
5. Lõua laius <u>102.</u>	35. Jala p. <u>857</u>
6. P. kõrvakõrg. <u>114.</u>	36. Kere p. <u>462</u>
7. P. üldkõrgus <u>198.</u>	37.
8. P. näo kõrg. <u>166.</u>	2x100 <u>82.4</u>
9. M. näo kõrg. <u>105.</u>	1.
10. Nina kõrgus	6x100
11. Nina laius	1.
12. Üldpikkus <u>1568.</u>	3x100
13. Siinulatus	2.
14. Olakõrgus <u>1220.</u>	5x100
15. Sõrmekõrg. <u>584.</u>	4.
16. Suprastern. <u>1376.</u>	3x100 <u>83.9</u>
17. Sümfüüs <u>314.</u>	11x100
18. Hüüspinalte <u>332.</u>	10.
19. Istepikkus <u>829.</u>	K. kapats.
20. Ötalaius <u>338.</u>	19x100 <u>22.3</u>
21. Rinnalatus <u>240.</u>	12.
22. Rinnasügav <u>170.</u>	13x100
23. Pussalatus <u>273.</u>	12.
24. Nüdelalatus <u>300.</u>	20x100
25. Pea ümberm.	12.
26. Rinna ü. <u>165.</u>	34x100
27. Talje ü. <u>65.</u>	12.
28. Olavarre	35x100
29. Käsiavarre	12.
30. Reie ü. <u>540.</u>	...

Joonis 28. Täidetud ankeedi näide 1932. aasta antropomeetriliste mõõtmiste teostamisest (Aul, 1932, viidatud Gorbova, 2018 järgi).

Lisa 2 - antropomeetrilised mõõtmed

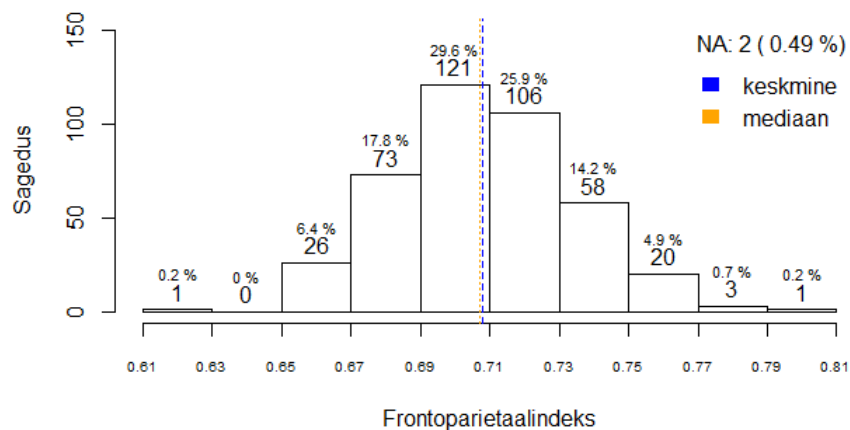


Joonis 29. Antropomeetrilised mõõtmed (Martin, 1914). 1/2

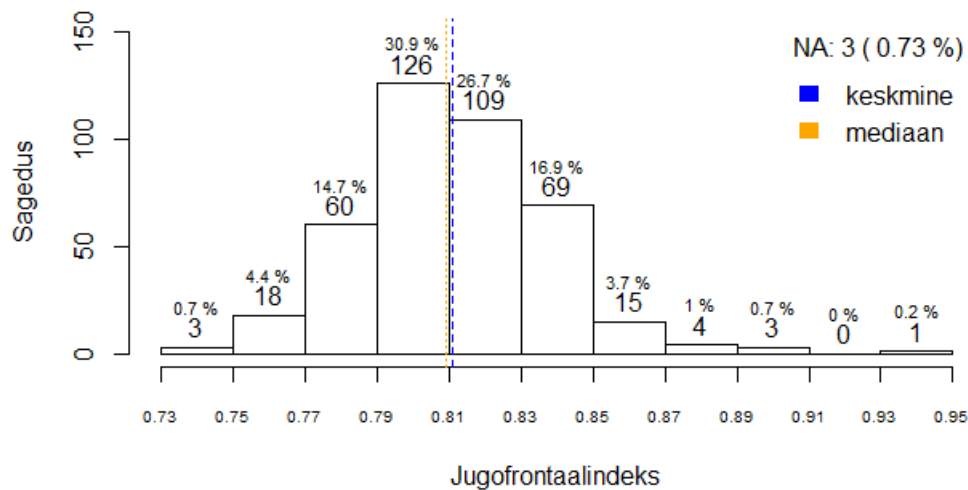


Joonis 29. Antropomeetrilised mõõtmised (Martin, 1914). 2/2

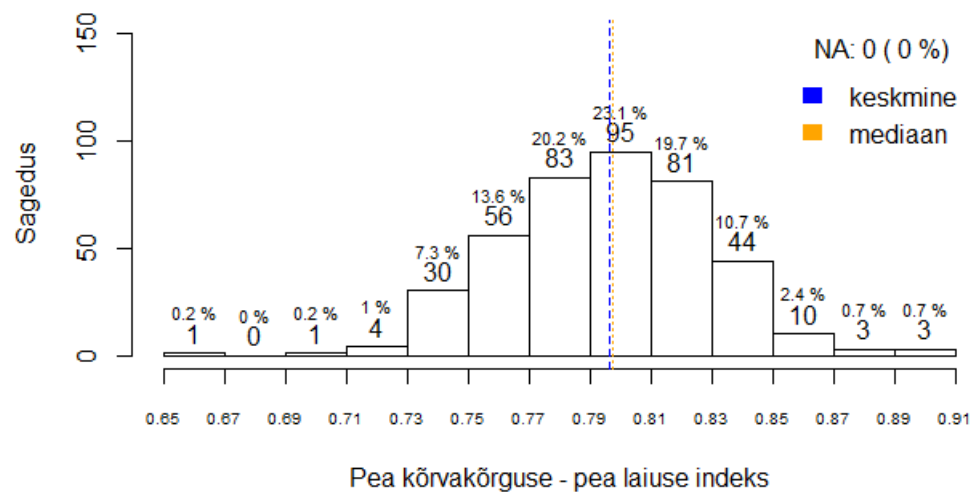
Lisa 3 - antropomeetrilised indeksid



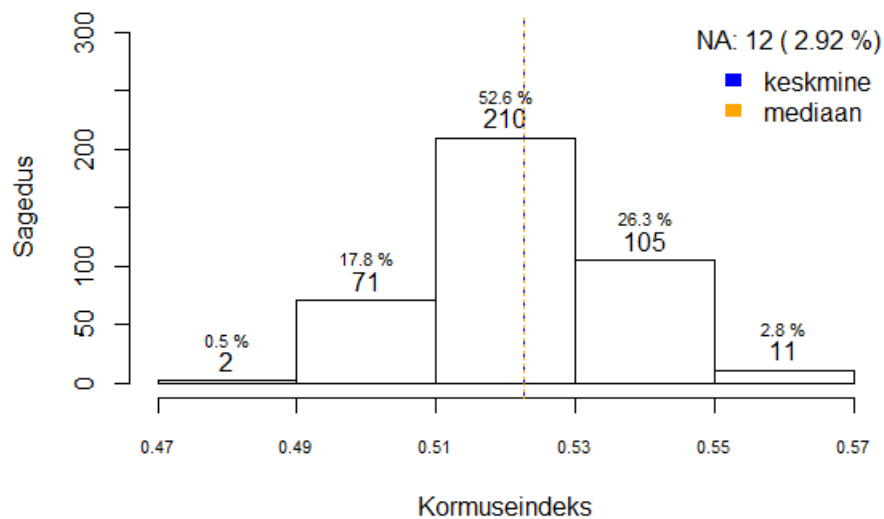
Joonis 30. Frontoparietaalindeks.



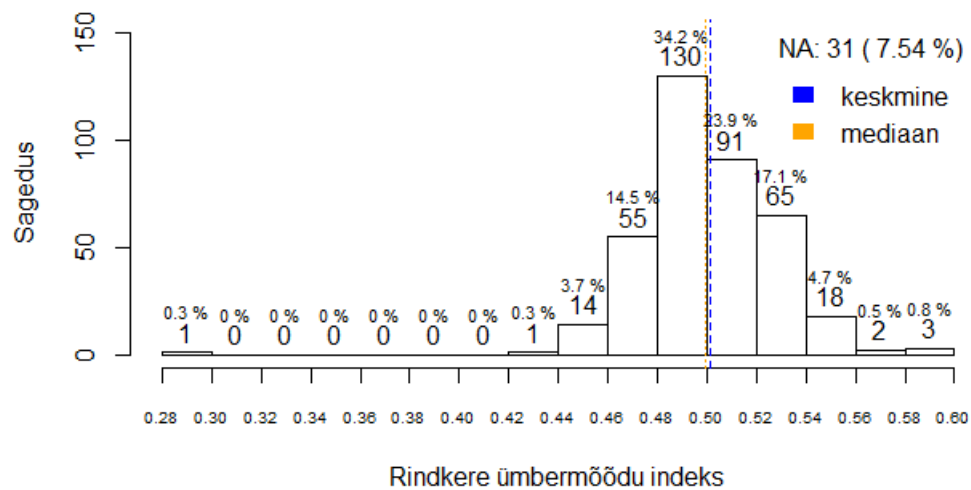
Joonis 31. Jugofrontaalindeks.



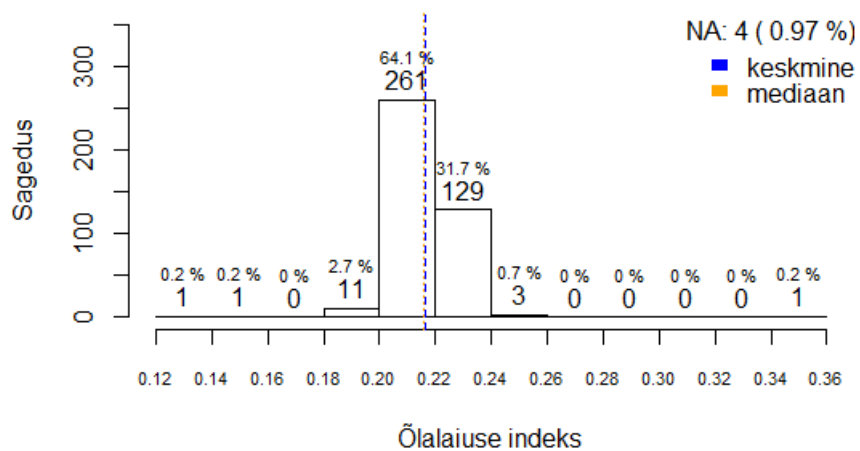
Joonis 32. Pea kõrvakõrguse - pea laiuse indeks.



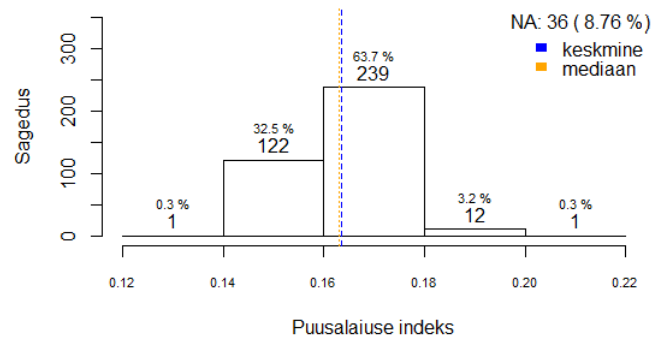
Joonis 33. Kormuseindeks.



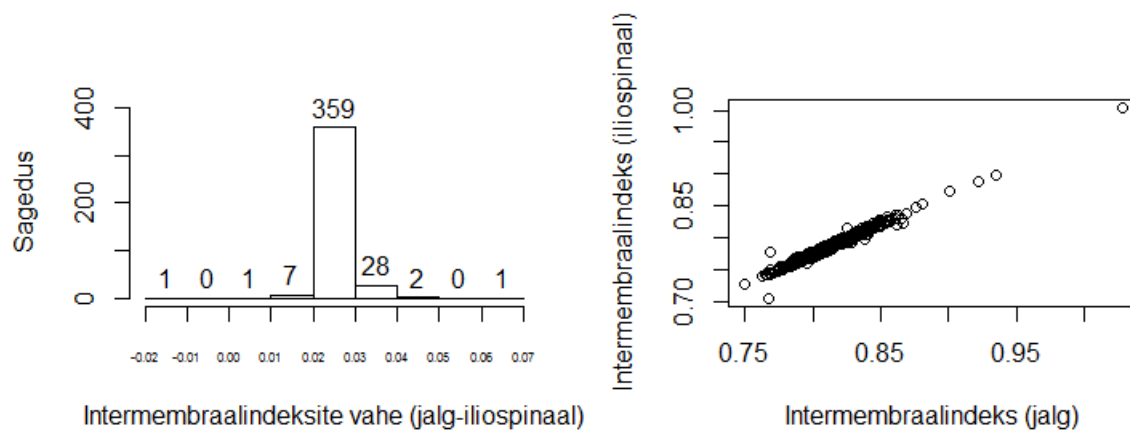
Joonis 34. Rindkere ümbermõõdu indeks.



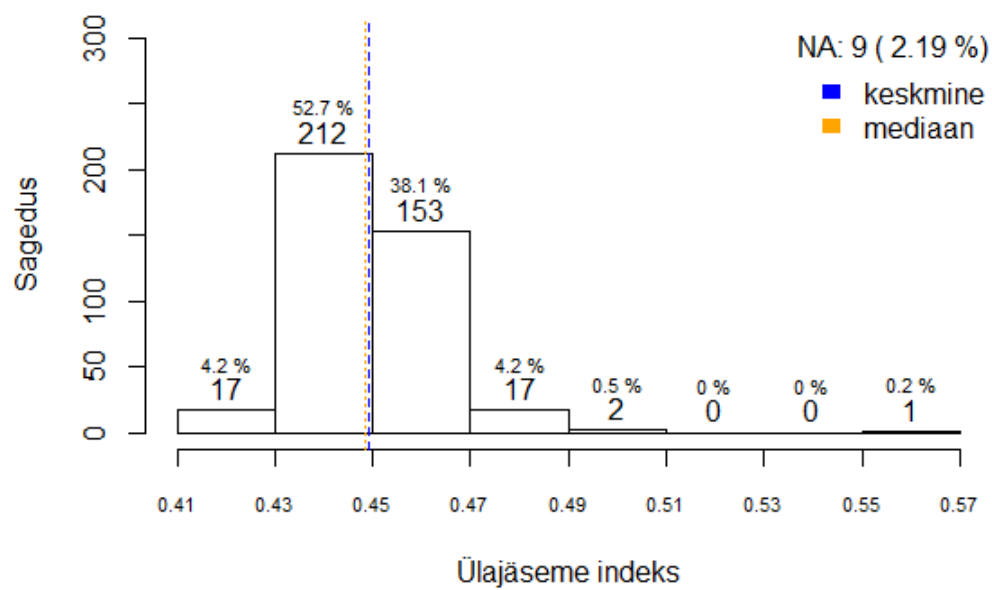
Joonis 35. Õlalaiuse indeks.



Joonis 36. Puusalaiuse indeks.



Joonis 37. Intermembraalindeksite erinevus. Ühel juhul on indeks leitud käe pikkuse ja jala pikkuse jagatisena, teisel juhul käe pikkuse ja iliospinaalkõrguse jagatisena.



Joonis 38. Üljāseme indeks.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kaisa Saarkoppel,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Noorte saarlaste uurimine antropomeetriliste mõõtmete alusel”, mille juhendaja on Imbi Traat, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Kaisa Saarkoppel

08.05.2019